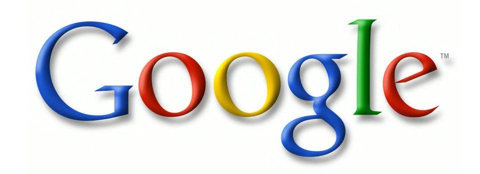
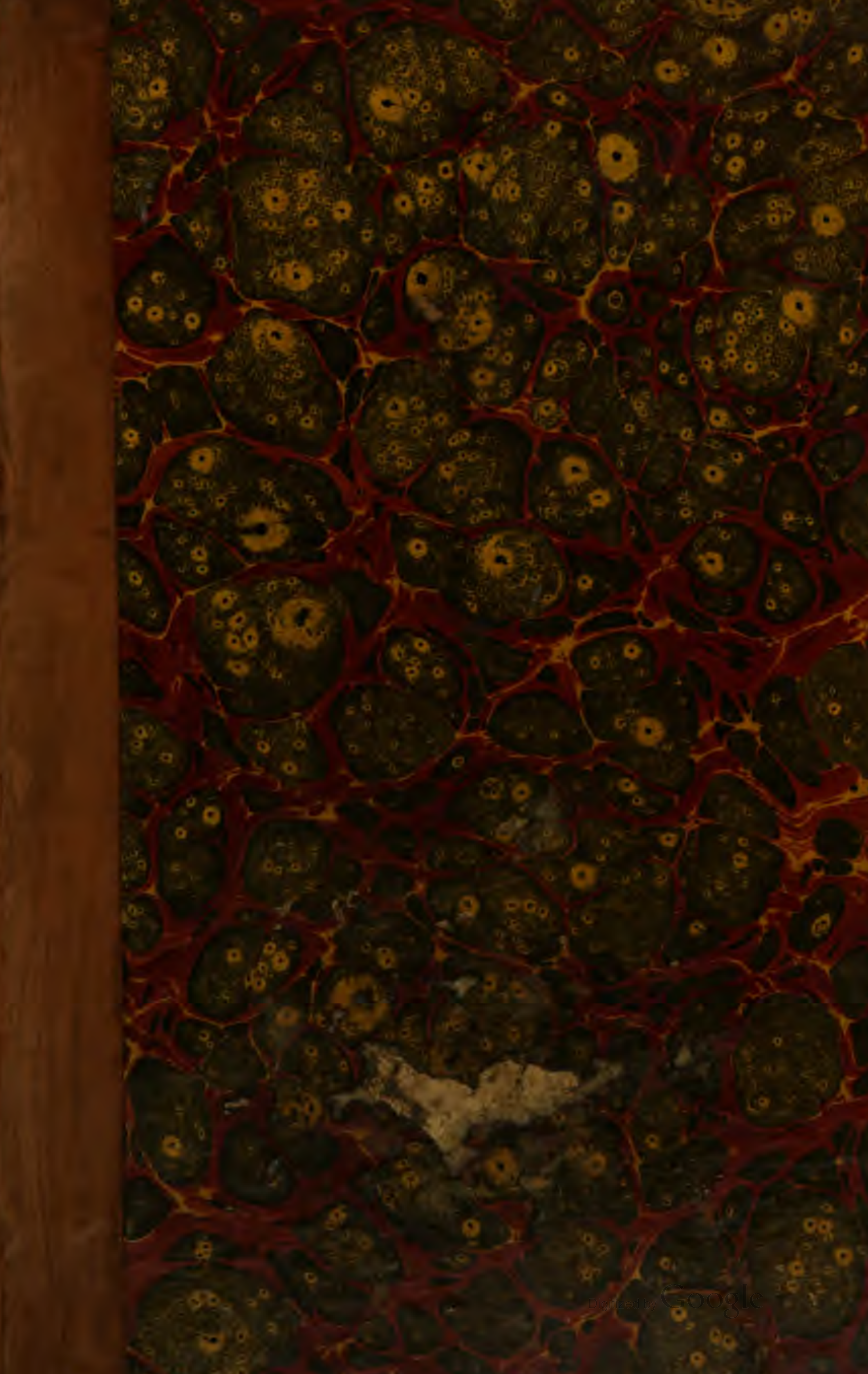
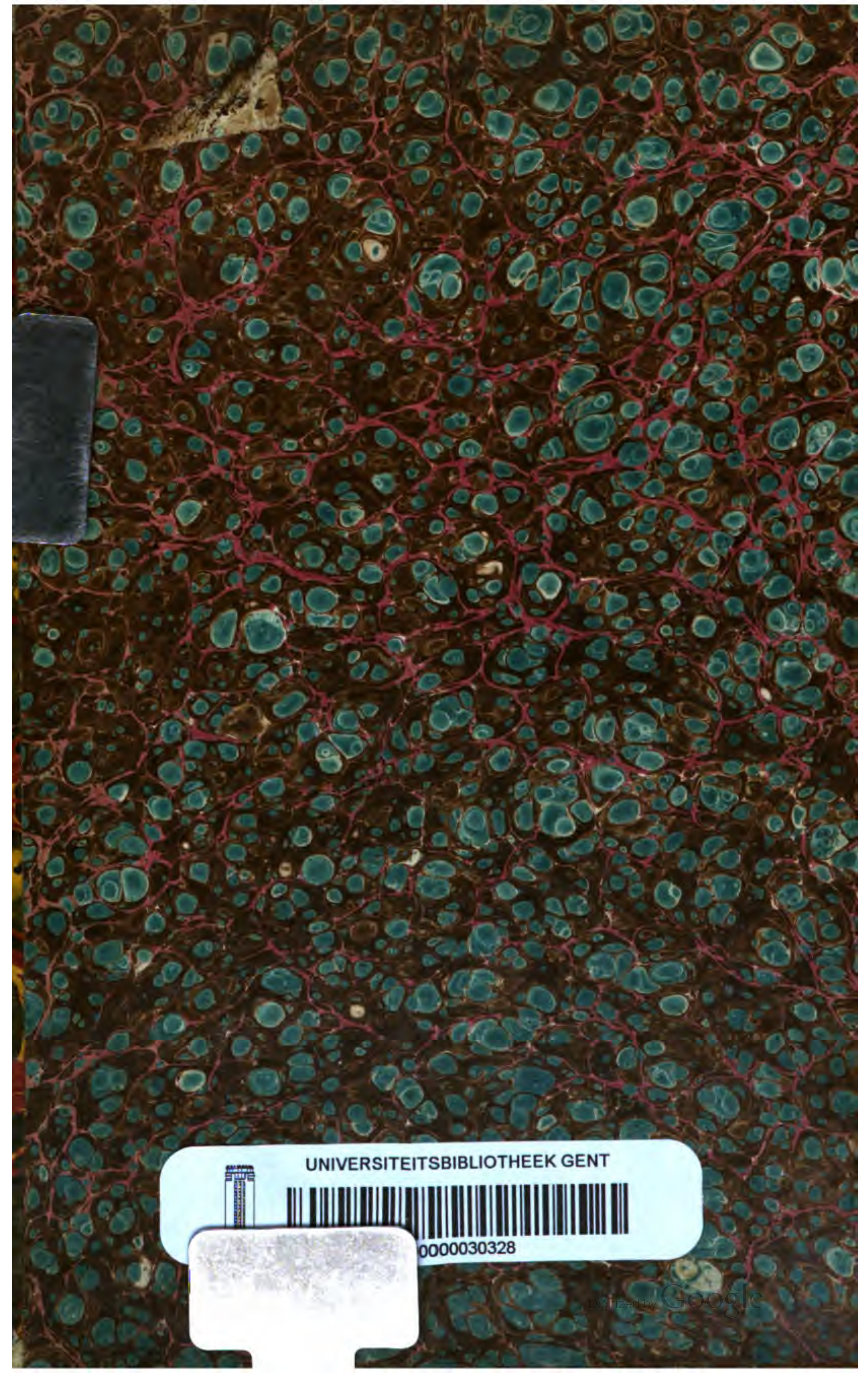





UNIVERSITEITSBIBLIOTHEEK GENT
0000030328



# NOUVEAU SYSTÈME

DE

# CHIMIE ORGANIQUE.

# NOUVEAU SYSTÈME

DE

# CHIMIE ORGANIQUE

FONDÉ

SUR DE NOUVELLES MÉTHODES D'OBSERVATION,

ET PRÉCÉDÉ

D'UN TRAITÉ COMPLET DE L'ART D'OBSERVER ET DE MANIPULER,

EN GRAND ET EN PETIT,

DANS LE LABORATOIRE ET SUR LE PORTE-OBJET DU MICROSCOPE;

PAR

F.-V. RASPAIL.

TROISIÈME ÉDITION ENTIÈREMENT REFONDUE,

ACCOMPAGNÉE

D'UN ATLAS IN-4° DE VINGT PLANCHES DE FIGURES DESSINÉES D'APRÈS NATURE, ET GRAVÉES AVEC LE PLUS GRAND SOIN.

TOME SECOND.

Il n'y a de petit dans la nature que les petits esprits.
*Mémoire sur l'Alcyonelle*, 1827.

BRUXELLES,
SOCIÉTÉ ENCYCLOGRAPHIQUE DES SCIENCES MÉDICALES,
RUE DE FLANDRE, 155.

1840.

# NOUVEAU SYSTÈME

DE

# CHIMIE ORGANIQUE.

## DEUXIÈME PARTIE.

### SYSTÈME OU CHIMIE DESCRIPTIVE.

## DEUXIÈME SECTION.

(Suite.)

### CLASSIFICATION.

( Suite. )

PREMIÈRE CLASSE. — PREMIER GROUPE. — DEUXIÈME DIVISION. — SUBSTANCES ORGANISÉES ANIMALES. — TROISIÈME GENRE (1548).

#### QUATRIÈME ESPÈCE.

#### Tissu osseux.

1770. Par les observations auxquelles cette espèce de tissu va donner lieu, sa place naturelle se trouverait dans la deuxième classe de cet ouvrage : *bases des tissus*. Mais par son importance et ses rapports avec ceux qui précèdent, et pour l'intelligence des considérations sur l'organisation générale, par lesquelles je terminerai ce genre, j'ai senti la nécessité de la décrire ici.

1771. Un os est une substance dure, blanche, plus ou moins compacte, inaltérable à l'air sec, insoluble dans l'eau froide, réductible en gélatine par l'action de la vapeur, et surtout dans la machine à Papin (1548), et donnant par la calcination près de moitié de son poids de cendres, composées de $\frac{4}{5}$ de phosphate calcaire et de $\frac{1}{5}$ de carbonate de la même base. Certains os offrent, entre deux *tables* aussi compactes que l'ivoire, une portion plus poreuse, dont les mailles sont remplies de substance rougeâtre, et que l'on nomme *diploé*. En outre, certains autres présentent encore, dans le centre de leur cylindre, une moelle graisseuse qui en prend la forme. Les muscles sont les ressorts des os sur la surface desquels ils s'attachent; les vaisseaux en pénètrent la substance et y portent la vie.

#### § I. *Organisation des os.*

1772. Afin de pouvoir étudier la structure de l'os au microscope, il faut nécessairement se servir des os qui se développent sous forme de lames minces, et les prendre à leur premier état de développement. Soit, en effet, un des os du crâne d'un fœtus humain long de 12 centimètres, c'est-à-dire qui est arrivé environ au deuxième ou troisième mois de la gestation ; j'en ai représenté un fragment pris sur ses bords ( pl. 12, fig. 5 ). On y voit un réseau d'anastomoses imitant si bien des

vaisseaux, que, si l'on n'était pas averti, on ne manquerait pas de commettre cette méprise.

1773. Mais si l'on promène sur sa surface, à l'aide d'une pointe, une goutte d'acide hydrochlorique, on voit aussitôt des bulles d'acide carbonique parcourir l'intérieur des tubes anastomosés en réseau, et les parois de ces tubes s'affaisser peu à peu les unes contre les autres, en sorte que bientôt tout ce réseau s'efface, et qu'au lieu de ces anastomoses, on n'a plus sous les yeux qu'une membrane simple et homogène. L'incrustation du carbonate calcaire avait donc eu lieu sur toute la paroi interne de chacun de ces tubes; et ces tubes étaient encore creux, comme l'indiquent les bulles de gaz qui circulaient librement dans l'intérieur de ceux que l'acide n'a pas attaqués. Je n'émettrai donc pas une opinion extraordinaire, en considérant ce réseau comme un réseau primitivement vasculaire, qui s'est changé en un réseau osseux, par le dépôt opéré, sur ses parois, du sel calcaire que charriait le liquide de la circulation. Je ne m'occuperai de la cause qui a présidé à cette incrustation qu'en m'occupant des bases des tissus organiques (*deuxième classe*); je ne dois me livrer ici qu'à l'étude de cette organisation, c'est-à-dire à celle du mécanisme de l'accroissement progressif des os.

1774. Or, si l'on examine à cette époque la structure du crâne d'un tel *fœtus*, on aura lieu de remarquer que la portion supérieure de la boîte crânienne se compose extérieurement de sept cellules principales, dans chacune desquelles est logée une des lames osseuses qui représentent les deux os frontaux, les deux pariétaux, les deux temporaux et l'occipital : ces lames osseuses s'amincissent de plus en plus, en approchant des bords. Les sept cellules principales en sont ce que les anatomistes nomment le *périoste*. Mais, car il est important de le faire observer, on voit évidemment que chacune de ces sept lames osseuses tient, par un point médian de sa surface extérieure, à la paroi correspondante de sa *cellule périoste*, de la même manière que nous avons vu les *globules amylacés* et *adipeux*, tenir, par leur *hile*, à la paroi de la cellule qui les engendre (1001, 1491).

1775. La théorie de l'ossification étant démontrée par une expérience directe, et d'après le développement d'une forme d'os, doit être nécessairement vraie à l'égard du développement des os de toutes les formes. Or nous venons de retrouver la cellule génératrice imperforée de l'os, dans le périoste; nous avons vu que la masse osseuse tenait à ses parois par un point de sa surface, et que c'est par ce point que s'alimente sa vascularité. Si maintenant cette cellule génératrice, ce périoste cesse d'être pressé latéralement et par deux faces seulement de sa périphérie, qu'il puisse se développer soit en longueur et en forme de cylindre, ou bien dans tous les sens et en forme sphéroïdale plus ou moins irrégulière; la masse, douée d'une vascularité osseuse, prendra les configurations d'un *humerus*, d'un *cubitus*, d'un *radius*, d'un *fémur*, d'un *tibia*, dans le premier cas, et celle d'une *rotule*, d'un *calcanéum*, de la tête du fémur dans le second cas; enfin selon les positions qu'il occupera dans l'organisation, selon le nombre des voies qui resteront ouvertes à son développement, il variera de forme, de consistance et de dimension. Mais de même que les cellules non ossifiées sont susceptibles de s'associer en une masse cellulaire par l'agglutination de leurs parois contiguës, de même les cellules osseuses, en se refoulant et se pressant mutuellement dans leurs développements respectifs, seront dans le cas de s'agglutiner, de se pénétrer et de former un seul tout apparent, en s'unissant paroi à paroi toutes ensemble; et dans ce cas toutes les grandes cellules osseuses qui déborderont la masse, prendront le nom d'*apophyses* ou d'*épiphyses*, selon qu'on apercevra ou non les traces de la soudure. On donne le nom de *symphyse* au point d'adhérence d'un os à l'autre, dont on découvre les traces à l'œil ou dont on peut de souvenir marquer la place. Les grandes masses ont autant de *symphyses* au moins que nous pouvons compter de protubérances sur leur surface; seulement ces *symphyses* datent d'une époque à laquelle il nous est impossible d'en surprendre les diverses lignes de démarcation, ou appartiennent à des cellules qui se sont toutes ossifiées à la fois, et qui s'étaient agglutinées paroi à paroi avant leur ossification même.

1776. Pour concevoir le mode d'accroissement des cellules osseuses, il n'est besoin que de continuer le plan d'organisation que l'anatomie de l'os embryonnaire vient de nous faire découvrir, c'est-à-dire d'admettre que la masse osseuse (pl. 12, fig. 5) est un emboîtement de cellules plus internes, comme elle est emboîtée elle-même dans une cellule périoste. Cela étant, et la lame osseuse étant une série décroissante de cellules du dehors en dedans, et chacune de ces grandes cellules étant un agrégat de cellules secondaires, toutes également susceptibles du développement d'où elles émanent; d'un autre côté, l'ossification n'étant que l'incrustation des sels calcaires sur les parois internes des canaux vasculaires de la circula-

tion, admettons que les cellules (*a*) s'accroissent en longueur; la circulation viendra peu à peu tapisser d'incrustations calcaires les parois du canal qui, n'étant que le dédoublement (1595) de deux cellules contiguës, aura dû s'allonger nécessairement avec les deux cellules elles-mêmes. Sur les cellules externes (1276) de la lame, on surprendra ces canaux à une époque où ils offriront deux portions, l'une, la plus ancienne, qui sera déjà incrustée, et l'autre, celle de nouvelle formation, qui, dénuée d'incrustations, se confondra à l'œil, par sa consistance, avec le pourtour de la cellule même; en sorte que la portion incrustée du canal débordera la lame, sous forme d'apophyse épineuse et d'anfractuosité. A mesure que toutes les masses osseuses se développeront par ce mécanisme, elles se rapprocheront les unes des autres par leurs bords; et il se trouvera un instant, où elles se pénétreront intimement, de telle sorte que le développement de l'une ne puisse plus avoir lieu que dans les anfractuosités (*c*) de l'autre, et *vice versâ*, ce qui formera le travail que l'anatomie désigne sous le nom de *suture*. Nous venons de décrire le développement de l'emboîtement le plus externe; le développement des emboîtements plus internes suit pas à pas et en proportion le développement de celui-ci, sur lequel ils se moulent tous, pour ainsi dire; et c'est par la reproduction indéfinie de ce type que la lame croît en épaisseur, tout en croissant dans les deux autres dimensions. Mais comme l'accroissement se fait ici autour d'un point central, par lequel la lame est abouchée avec le périoste, et que c'est par là que la circulation, qui apporte l'incrustation, rayonne dans tous les sens, il se produira une espèce de divergence plastique, un rayonnement de cellules qui restera empreint sur la surface de la lame osseuse, et qui sera d'autant plus visible que l'organe sera soumis plus jeune à cette étude; et c'est ce qu'on observe distinctement sur les os pariétaux, surtout du jeune fœtus.

1777. Chacun de ces rayonnements représente une rangée de cellules secondaires qui entrent dans la structure de l'emboîtement cellulaire, sur lequel elles se dessinent. Mais si le développement de l'organe osseux s'était opéré dans une capacité cylindrique, et qu'il n'eût été gêné par aucune espèce de compression, chacune de ces rangées de cellules aurait pu se développer dans le sens du rayon du cylindre, elles se seraient toutes avancées dès lors vers le centre, et par conséquent elles auraient offert, par une section perpendiculaire à l'axe du cylindre, une tranche composée de rayonnements analogues, quoique plus nombreux, à ceux qui se dessinent sur une tranche d'orange. Le développement osseux s'exécute dans ce cas, d'après les mêmes lois que dans le premier exemple, seulement le mode en est différent.

1778. Mais, comme les emboîtements s'engendrent à l'intérieur et par une série décroissante, il s'ensuivra que les emboîtements de ce cylindre les plus durs seront les emboîtements externes, car ils seront dans tous les cas les premiers en formation, les plus anciens en date, et partant les plus riches en incrustations calcaires, et que, d'un autre côté, et par la raison inverse, les emboîtements les plus internes seront les plus mous, les moins riches en incrustations, et les plus riches au contraire en substances organisatrices (856); ils formeront la moelle, qui se détache par la cuisson, en un cylindre graisseux, comme la moelle de certaines tiges végétales se détache d'un bloc à une certaine époque.

1779. De même que l'organe osseux est susceptible de développement, de même il est susceptible, ainsi que tous les autres genres d'organes, de décroître et de s'épuiser, de s'amaigrir enfin, c'est-à-dire qu'il peut s'épuiser au profit du développement des organes voisins, ou d'une élaboration anomale et dévorante; ses cellules de gros calibre peuvent se vider de leurs sucs, et se réduire à leurs simples parois osseuses; le tissu prendra alors le nom de *diploé;* les parois membraneuses de ces cellules peuvent à leur tour se décomposer, en sorte qu'il ne reste que le réseau vasculaire osseux, qui présentera dès ce moment à la dissection ou un feutre osseux, ou de longs filaments solides, entre-croisés dans différents sens ou différentes longueurs. Enfin, si la circulation incrustante est acide au lieu d'être neutre, elle cessera d'incruster les parois, elle dissoudra les sels calcaires qu'elle déposait auparavant; et au lieu d'engendrer l'ossification, elle ramollira les os déjà formés, elle ramènera la cellule osseuse à l'état d'une cellule molle; ce phénomène prendra le nom de ramollissement des os, d'*ostéomalacie*.

1780. Puisque les os ne sont autre chose que des organes cellulaires qui s'incrustent de jour en jour de sels calcaires, il est évident que l'on doit les trouver d'autant moins consistants qu'on les observera sur un sujet moins âgé; et si l'on cherchait à appliquer des noms spéciaux aux diverses phases de cette consistance progressive, la nomenclature s'enrichirait sans fin à chaque nouvelle observation. Car l'os du fœtus est d'abord réduit aux caractères d'un cartilage flexible, qui devient

de plus en plus consistant, et cela par des nuances indéfinies, progression qui continue chez l'enfant, qui acquiert son terme le plus élevé chez l'adulte, et qui décroît chez le vieillard. Mais avant d'avoir les caractères du cartilage, l'os du fœtus offre, dans ses petites dimensions, ceux du ligament et du tendon.

1781. Observez que tout tissu, de quelque dénomination qu'il puisse être, est susceptible de devenir osseux, par suite du même travail qui préside à l'ossification des os normaux et proprement dits; les artères s'ossifient chez le vieillard; le cœur s'ossifie en grande partie dans une foule de maladies; bien d'autres tissus charnus s'exostosent dans des cas extraordinaires, et avec des caractères aussi variés que le sont les termes de la progression organisatrice qui ossifie. Chez les poissons, les os sont cartilagineux, et cela avec deux caractères de consistance, sur lesquels sont fondées les deux divisions des poissons à charpente osseuse et des poissons à charpente cartilagineuse. C'est-à-dire que, chez les uns, les os, plus cartilagineux que chez les animaux terrestres, le sont moins que chez les poissons désignés plus spécialement sous le nom de poissons cartilagineux. Chez certains animaux, nous voyons l'*aponévrose* externe du muscle (1563) revêtir les caractères du tendon, le tendon prendre celui du cartilage, et tous les muscles qui entourent le *tibia* des oiseaux (ce que l'on est à même d'observer à chaque instant sur les gallinacées) se terminer par tout autant de tendons ossifiés.

1782. Ce n'est donc pas par des caractères chimiques tranchés, que l'on est en droit d'établir une différence entre le ligament, le tendon, le cartilage et les os; car évidemment ces quatre sortes d'organes ne sont que quatre termes arbitrairement pris, sur la progression qui incruste de sels calcaires un tissu animal. Ce n'est pas même d'après les principes de l'anatomie comparée qu'il est permis de fixer ces différences; c'est simplement d'après les études de l'anatomie spéciale, et selon les rapports de position. En chimie, nous pourrions distinguer approximativement quatre phases d'ossification : la première, qui affecterait le caractère flexible, quoique résistant, du *ligament;* la seconde, le caractère élastique, mais moins flexible du *tendon;* la troisième, le caractère croquant et cassant du cartilage; et la quatrième et dernière, le caractère de dureté et de compacité inflexible de l'*os*; et entre ces quatre jalons, l'observation est dans le cas de placer des milliers de nuances. Sous le rapport anatomique, nous donnerons le nom de *ligaments* à des tissus qui unissent deux os ensemble, qui se prêtant à tous leurs mouvements sans en provoquer aucun, les retiennent emboîtés l'un dans l'autre, ou pivotant l'un sur l'autre; dont l'unique fonction, enfin, est d'empêcher les déplacements de ces leviers de la locomotion. Le *tendon* sera le ligament qui unira le muscle à un os quelconque; ce sera l'aponévrose revêtant les caractères d'un cordon ligamenteux; le *cartilage* sera une couche osseuse, moins dure que l'os, d'un tissu plus serré quoique plus flexible, recouvrant comme d'un coussinet les surfaces qui supportent un frottement continu, unissant deux systèmes osseux, que le jeu des viscères internes tend à écarter et à rapprocher alternativement l'un de l'autre par des oscillations régulières et continues; le *ligament* sert de charnière, le *tendon* de point d'attache, le *cartilage* de coussinet. Mais, nous le répétons, la chimie actuelle est impuissante à déterminer la ligne de démarcation qui sépare ces diverses ossifications entre elles.

1783. Peut-être est-il permis d'entrevoir que la solution du problème est dans le cas de se trouver dans l'excès de la combinaison des sels calcaires sur leur incrustation, et réciproquement; c'est-à-dire que le cartilage pourrait être le tissu osseux, dont la membrane serait moins incrustée de carbonate calcaire, mais combinée (855) à une plus grande quantité de phosphate de chaux; et que l'os proprement dit serait le cartilage, c'est-à-dire la combinaison organisée du tissu animal avec le phosphate de chaux, incrustée de plus de la quantité de carbonate de chaux qu'y indique approximativement l'analyse. On peut ramener, en effet, l'os le plus compacte à la consistance du cartilage, en le laissant macérer dans l'acide hydrochlorique étendu d'eau, qui dissout le carbonate calcaire incrusté (1273), et attaque à peine le phosphate calcaire, que je suppose combiné, et formant la base du tissu organique. Nous reviendrons sur ces idées en nous occupant spécialement des bases terreuses des tissus.

## § II. *Examen des analyses chimiques qui ont eu pour objet l'étude des diverses espèces d'ossifications ci-dessus énumérées.*

1784. Os proprement dit. — La découverte du phosphate de chaux dans la substance des os re-

monte à J.-C. Gahn. Scheèle révéla, en 1771, au monde savant, la communication qu'il en avait reçue de Gahn; il annonça en même temps la découverte de l'acide fluorique à l'état de fluorure de chaux, que trente ans plus tard Morichini rencontra dans l'ivoire fossile et l'émail des dents. Fourcroy et Vauquelin (1800 et 1807) trouvèrent dans les os du phosphate de magnésie, de l'alumine, de la silice, de l'oxyde de fer et de l'oxyde de manganèse. Le carbonate de chaux y a été constaté à une époque qui appartient aux temps de l'alchimie. Le phosphate de chaux, d'après Berzélius, est un sous-phosphate à un degré tout particulier de saturation dont la formule atomistique serait : $8 \, CaO + 3 \, P^2 O^5$; sel que l'on obtient toujours quand on précipite le phosphate de chaux ordinaire à l'aide de l'ammoniaque. Mais, de même que dans toutes les autres circonstances, les chimistes ont raisonné sur ce qui se passe dans la nature, d'après les résultats artificiels de la manipulation, et ils ont interprété les phénomènes de l'organisation, d'après les produits de la désorganisation; c'est par suite de ce genre d'induction que le phosphate des os est devenu un sous-phosphate *sui generis* et d'une formule théorique tout à fait particulière. En effet, pour obtenir à part le phosphate des os et en déterminer les proportions, on commence par attaquer les os calcinés au moyen du vinaigre distillé, qui est censé dissoudre tout le carbonate calcaire insoluble, en le transformant en acétate de chaux qui est soluble; on attaque ensuite le résidu, au moyen de l'acide hydrochlorique étendu, qui est censé ne dissoudre que le phosphate de chaux; on filtre la liqueur pour la dépouiller de tous les détritus que le feu n'aurait pas entièrement désorganisés; on verse de l'ammoniaque dans le liquide; le précipité produit par la présence de ce réactif est censé représenter le phosphate de chaux, précisément à l'état de saturation où il existe dans les os, c'est-à-dire à l'état de sous-phosphate de chaux $= 8 \, CaO + 3 \, P^2 O^5$. Mais tout cet échafaudage de synthèse théorique croule, dès qu'on cherche à interpréter l'action de l'acide acétique sur les os calcinés. La théorie admet que l'acide acétique dissout tout le carbonate calcaire qui existe dans les os, en sorte que l'acide hydrochlorique ne saurait plus réagir que sur le phosphate à l'état le plus complet d'isolement. Mais s'il arrivait que le phosphate de chaux se trouvât dans les os, combiné, comme base terreuse (855), avec la substance organique, sur les parois de laquelle le carbonate calcaire est tout simplement incrusté, il s'ensuivrait que la calcination, en éliminant les éléments gazeux qui forment la substance organique, déposerait le phosphate de chaux comme une couche imperméable sur la majeure partie du carbonate de chaux, c'est-à-dire sur toute la quantité dont se seraient tapissés les canaux les plus ténus (1273), ceux dont la calcination aurait le plus facilement obstrué les orifices. Or alors même qu'on ne serait pas porté à admettre cette hypothèse comme étant l'expression de la réalité, il serait impossible de ne pas convenir que le phosphate de chaux occupe une région différente de celle qui est dévolue dans l'organisation des os au carbonate calcaire; et cela suffit pour arriver au même résultat théorique, c'est-à-dire pour conclure que la calcination emprisonne une grande partie de carbonate calcaire ou au moins de chaux calcinée, dans les molécules agglomérées du phosphate de chaux. Cela étant, l'acide acétique, qui ne dissout pas le phosphate, ne saurait par conséquent atteindre et dissoudre le carbonate alcalin que le phosphate recouvre. L'acide hydrochlorique, qui sera destiné à attaquer le phosphate, dissoudra donc en même temps le carbonate qu'il aura éliminé, le liquide acide renfermera donc en même temps du phosphate de chaux, de l'hydrochlorate de chaux et même du carbonate en dissolution, que l'acide étendu n'aura pu attaquer Or l'ammoniaque, en s'emparant de l'acide hydrochlorique en excès, qui sert de dissolvant à tous ces sels, précipitera donc non-seulement le phosphate de chaux, mais encore la chaux qui servait de base et au carbonate, et à l'hydrochlorate, et même à l'acétate. Ce sera donc un mélange de phosphate de chaux et de chaux à divers états. Quand donc on cherchera à déterminer les proportions des divers éléments de ce sel, si l'on ne tient compte de ces principes, on attribuera au phosphate toute la quantité de chaux qu'on aura isolée de ce mélange, on aura donc un sous-phosphate de chaux avec un grand excès de chaux.

1785. Pour déterminer les proportions de magnésie, on dissout les os calcinés dans l'acide nitrique, on sature la dissolution par l'ammoniaque, sans la troubler, on précipite l'acide phosphorique par l'acétate de plomb; on filtre la liqueur, on en sépare l'excès de plomb par le gaz hydrosulfurique, on sature avec l'ammoniaque, et on verse dans le liquide de l'oxalate d'ammoniaque qui en sépare la chaux; on filtre de nouveau la liqueur, on l'évapore à siccité, on calcine la masse dans un creuset de platine. Le résidu est de la magnésie, mêlée aux traces d'oxyde de fer et de manganèse

que les os peuvent contenir, et dont il est si facile de reconnaître la présence au moyen des réactifs (102, 698); l'existence de l'alumine et de la silice dans la structure des os est encore douteuse. Quoi qu'il en soit, ce procédé est trop compliqué, pour que le résultat définitif soit en état de représenter toute la quantité, et rien que la quantité de magnésie qui existe dans les os.

1786. En résumé on calcine les os, pour évaluer par la pesée la quantité de substance organique que l'organe a perdu. On dissout le carbonate de chaux dans l'acide acétique, on le précipite par l'acide oxalique; on calcine de nouveau le précipité pour connaître les proportions de chaux, et par celle de la chaux les proportions du carbonate calcaire. On dissout le phosphate de chaux dans l'acide hydrochlorique, et on le précipite *intégralement* par l'ammoniaque, pour en reconnaître le poids, après l'avoir desséché suffisamment. On reconnaît le poids de la magnésie, par le précipité que l'on obtient d'une manière si compliquée, de sa dissolution dans l'acide acétique. En outre, Berzélius démontre chimiquement la présence des vaisseaux qui pénètrent le cartilage des os et les nourrissent, en faisant macérer des os bien nettoyés dans de l'acide hydrochlorique étendu, jusqu'au point où ils ont perdu la moitié de leurs sels; « il les lave à l'eau froide, puis il les met en contact avec de l'eau à près de 100° pendant vingt-quatre heures, en ayant soin de ne point agiter le liquide. La portion de cartilage, dit-il, dépouillée de ses sels calcaires se dissout, laissant à nu, sous la forme d'une peluche blanche, les petits vaisseaux qui sortent de la portion non décomposée de l'os. Ces vaisseaux se reconnaissent à la loupe; le moindre attouchement les déchire. Ce sont eux qui rendent trouble la liqueur, lorsqu'on fait fondre le cartilage dans l'eau bouillante; ce sont eux également qui donnent la soude et le sel marin et un extrait analogue à celui de la viande. » Nous sommes loin d'admettre comme positifs les faits contenus dans une semblable analyse; et nous sommes convaincu que l'anatomie démontre mieux que ne saurait le faire la chimie, la présence et la disposition du réseau vasculaire qui porte la vie dans la substance des os; ce n'est pas par des procédés qui désorganisent que l'on doit prétendre à relever le tracé de l'organisation. Nous ne savons en vérité pas à quels caractères l'auteur distingue à la loupe un vaisseau d'un autre organe; et il nous paraît, d'après sa description, que c'est seulement à la faveur de la forme fibrillaire. Mais à ce compte, tout tissu qui se désorganise dans l'eau présenterait, non-seulement un feutre, mais encore des flocons de vaisseaux. Ensuite, le caractère d'un vaisseau plongé dans un tissu est précisément le contraire de celui que Berzélius lui assigne; un vaisseau n'est jamais isolé comme certains ramuscules nerveux, il traverse toujours au moins une membrane qu'il dédouble, et ce n'est que par la pensée et l'abstraction qu'on peut le figurer et le décrire isolé et réduit à ses parois, comme un simple canal. Ce qu'a donc vu Berzélius n'était pas tout vaisseau. Enfin, les os sont pénétrés de deux ordres d'organes vasculaires : 1° de vaisseaux propres qui portent les produits de la circulation sanguine dans les anfractuosités de l'os, pour fournir au développement de toutes ses cellules; 2° du réseau ossificateur, des vaisseaux spéciaux de la circulation incrustante; vaisseaux qui ne diffèrent des premiers que par le mode d'élaboration, et non par la forme, et qui sont susceptibles d'être obtenus à part, comme les autres, par l'oblitération de la membrane des cellules, dont ils ne sont que le dédoublement. Lequel de ces deux ordres de vaisseaux a cru voir Berzélius? Il n'est pas vrai de dire que ce qui rend trouble la liqueur, lorsqu'on fait dissoudre le cartilage dans l'eau bouillante, soit composé uniquement de ces vaisseaux. C'est une hypothèse que l'auteur se permet gratuitement, et dont il eût été bon qu'il avertit le lecteur. Car la liqueur est rendue trouble par tous les fragments des membranes et parois cellulaires, que les acides ont isolées, par le dégagement violent de l'acide carbonique, qui, pour se faire jour, a dû déchirer et réduire en lambeaux microscopiques tout ce qui faisait obstacle à son dégagement. Enfin, ce n'est pas à la membrane de ces vaisseaux, mais bien au sang lui-même qui circulait dans les os, qu'il faut attribuer la soude et le sel marin que l'analyse rencontre dans les sels des os. Car il faut de toute nécessité tenir compte de ce sang, puisqu'on n'a pris aucun soin de l'extraire avant l'analyse, et il faut bien que les sels de son fait se trouvent quelque part dans les résultats.

1787. Suivant Fourcroy et Vauquelin, les os de bœuf seraient composés d'environ :

| | |
|---|---|
| Tissu cellulaire. . . . . . | 50 |
| Phosphate de chaux. . . . | 37 |
| Carbonate de chaux. . . . . | 10 |
| Phosphate de magnésie. . . | 1,3 |
| Alumine, silice, oxyde de fer, oxyde de manganèse, des traces. | |

1788. Suivant Berzélius, les os d'homme et des bêtes à cornes renfermeraient :

| | Homme. | Bœuf. |
|---|---|---|
| 1° Cartilage complétement soluble dans l'eau. . . . | 32,17 | 33,30 |
| 2° Vaisseaux. . . . . . . . | 1,13 | |
| 3° Sous-phosphate de chaux avec un peu de fluorure de calcium . . . . . . . | 53,04 | 57,35 |
| 4° Carbonate de chaux. . | 11,30 | 3,85 |
| 5° Phosphate de magnésie? | 1,16 | 2,05 |
| 6° Soude et sel marin. . . | 1,20 | 3,45 |
| | 100,00 | 100,00 |

1789. 1° La substance que Berzélius désigne sous le nom de cartilage revient exactement à celle que Fourcroy désigne sous celui de tissu cellulaire, qui est le terme propre, car du moins il a le mérite d'exprimer une analogie. L'épithète avec laquelle Berzélius accompagne le nom qu'il impose à la portion organique des os, est encore plus impropre que le nom lui-même; elle est contradictoire dans les termes, car il n'est pas en anatomie une seule espèce de cartilage qui soit soluble dans l'eau. Au reste, la solubilité de cette substance dans l'eau est due à une erreur d'observation; l'auteur a pris un phénomène de suspension pour un phénomène de dissolution; il a vu un état liquide dans un état gélatineux.

1790. 2° Que l'auteur ait cru devoir donner la description des fibrilles qu'il a prises pour des vaisseaux, rien n'était moins digne de reproche; mais qu'il ait fixé dans une analyse, et à la suite d'une manipulation chimique, les proportions exactes en poids de ces équivoques objets, c'est une prétention à un tour de force dont l'analyse est incapable. L'auteur aurait mieux fait de réunir ces deux nombres dans l'analyse des os de l'homme, comme il s'y est décidé dans l'analyse des os du bœuf.

1791. 3° Le fluorure de calcium aurait tout aussi bien figuré dans les autres articles que sous la rubrique du sous-phosphate de chaux; il existe du reste en si faible quantité, qu'on n'en constate la présence que par les traces de son passage qu'il laisse sur le verre du récipient. On place un mélange d'os calcinés et d'acide sulfurique étendu d'un poids d'eau égal au sien, dans une cornue que l'on lute, après la cessation de l'effervescence, avec un récipient en verre. On soumet le liquide à la distillation, et l'on recueille de l'acide hydrofluorique dans le récipient, car les parois du verre ont été rongées sur tout le passage des gouttes condensées, et il s'est formé de l'acide hydrofluosilicique. L'auteur avait, dans une première analyse, porté les proportions du fluorure de calcium dans les os à 2 pour 100; mais il s'est assuré, dans une analyse subséquente, que ce chiffre était exagéré.

1792. 4° Ce qui doit paraître surprenant, c'est que les os de bœuf ne contiennent que près de 4 sur 100 de carbonate, quand les os d'homme en contiennent près de 12. Et nous ne pouvons expliquer la différence qu'offre, sous ce rapport, l'analyse de Berzélius avec celle de Fourcroy, qu'à la faveur des données que nous avons établies plus haut (1784), relativement à la composition intime du sous-phosphate de chaux des os. Chez le bœuf, les procédés chimiques employés par Berzélius auront été de nature à laisser le carbonate de chaux emprisonné d'une manière plus tenace, par le phosphate de chaux, qui l'aura protégé comme d'une couche imperméable contre l'action de l'acide acétique. Rien n'est plus facile de concevoir que les os desséchés ou soumis préalablement à la chaleur soient moins attaquables par les acides faibles que les os frais; car, dans ce cas, le carbonate calcaire est protégé, non-seulement par le phosphate, mais encore par la membrane animale qui, en se contractant par la dessiccation, a dû non-seulement resserrer ses pores, mais encore obstruer les orifices des canaux vasculaires, sur les parois desquels s'est produite l'incrustation calcaire. Il est encore permis de présumer que la différence dans la configuration du tissu incrusté influera notablement sur la différence des proportions du carbonate par rapport au sous-phosphate; en sorte que le carbonate variera en poids, selon que l'on soumettra à l'analyse l'humérus ou le fémur, le *cubitus* ou le *tibia*, un os de la boîte crânienne ou un des os du bassin, les os du carpe et du métacarpe et les os du tarse et du métatarse. Il ne suffit donc plus d'indiquer l'espèce d'animal dont on aura soumis les os à l'analyse chimique; mais il faudra encore désigner dans quelle région du squelette on aura choisi de préférence l'os, dont on se propose de reconnaître les principes constituants; les deux ou trois analyses comparatives que nous possédons ne sont donc rien moins que comparatives, et l'étude des rapports d'espèce à espèce est à reprendre sur une échelle plus large et d'os à os, ce à quoi ni Fourcroy ni Berzélius n'ont pas songé. Aussi n'attachons-nous pas la moindre importance aux résultats suivants, par lesquels ce dernier auteur a établi les proportions de carbonate et sous-phosphate qui se trouveraient, d'après lui, dans 100 parties d'os calci-

nés, chez les cinq animaux dont les noms suivent :

| | Phosphate. | Carbonate. |
|---|---|---|
| Lion. . . . . . . | 95,0 | 2,5 |
| Brebis. . . . . . | 80,0 | 19,3 |
| Poule. . . . . . | 88,9 | 10,4 |
| Grenouille. . . . | 95,2 | 2,4 |
| Poissons. . . . . | 91,9 | 5,3 |

Une dernière réflexion achèvera de démontrer toute l'incertitude que laissent, dans un esprit philosophique, les résultats obtenus par ce procédé. La calcination poussée un peu trop loin, ou continuée pendant un certain temps, change le carbonate en chaux vive ; et comme on juge de la présence du carbonate par l'effervescence que produit le dégagement de l'acide carbonique, et que la chaux vive se combine avec l'acide sans effervescence, on décantera l'acide, bien avant qu'il ait dissous la portion de chaux, qui, dans les os, appartenait au carbonate ; car on décantera, dès que l'effervescence cessera d'avoir lieu, et on reportera cette quantité sur le sous-phosphate que l'on aura dissous dans l'acide hydrochlorique. Or il est des os plus poreux que d'autres, et qui, par conséquent, se calcineront plus vite que d'autres, et chez qui le carbonate de chaux deviendra plus vite et en plus grande quantité alcalin, chez qui donc l'analyse commettra des erreurs plus graves, en établissant les proportions des deux sels sur des résultats aussi peu conformes à l'état primitif des choses.

1793. 5° La magnésie existe plutôt à l'état de carbonate qu'à celui de phosphate dans les os ; elle se combine avec l'acide phosphorique dans l'acte de la calcination ; et l'acide phosphorique provient du phosphate d'ammoniaque, dont les chimistes n'ont pas soupçonné l'existence. C'est au même phosphate d'ammoniaque décomposé par le temps, qu'il faut attribuer l'acidité des os qu'on a trouvés dans un tombeau de l'église Sainte-Geneviève, os qui avaient près de sept cents ans.

1794. Cartilages. — Dans l'analyse des cartilages, on paraît n'avoir eu en vue que de constater l'absence du sel terreux, que nous avons dit exister chez les os à l'état d'incrustation. On a conclu que les cartilages en général ne renfermaient aucune parcelle de carbonate, parce que, dans le fait, le cartilage en renferme une quantité trop minime pour que les réactifs en rendent la présence sensible. On n'a pas poussé plus loin l'examen, et on s'est fort peu occupé des sels qui, d'après nous, se trouvent, dans les cartilages comme dans les os, à l'état d'une combinaison intime avec la membrane organique. Et sur un examen aussi peu approfondi, la chimie n'a pas craint d'établir des analogies.

1795. Les os des poissons *osseux* forment le passage des os proprement dits, des os des mammifères et des oiseaux, à la charpente cartilagineuse des poissons dits *cartilagineux*. Les os du brochet, qui appartient à la première classe, seraient composés, d'après Dumenil, de :

| | |
|---|---|
| Matière animale. . . . . . . . . . . . | 37,36 |
| Phosphate de chaux. . . . . . . . . . | 55,26 |
| Carbonate de chaux. . . . . . . . . . | 6,16 |
| Soude, chlorures, et autres phosphat. | 1,22 |
| | 100,00 |

D'après Chevreul, les os du crâne du cabillaud sont composés de :

| | |
|---|---|
| Matière animale et humidité. . . . . . | 43,94 |
| Phosphate de chaux . . . . . . . . . . | 47,96 |
| Carbonate de chaux. . . . . . . . . . . | 5,50 |
| Phosphate de magnésie. . . . . . . . . | 2,00 |
| Sel de soude, chlorure de soude. . . . | 0,60 |
| | 100,00 |

Mais quant aux os des poissons cartilagineux, là toute analogie cesse. D'après Chevreul, le cartilage du squale se gonfle peu à peu dans l'eau bouillante, devient transparent au point de ne plus être visible, mais ne se dissout que dans 100 fois son poids d'eau. L'acide hydrochlorique en opère la dissolution. Sa dissolution aqueuse n'est pas précipitée par l'infusion de noix de galle, et ne donne pas de gelée quand on l'évapore. D'où l'on conclut que la matière dissoute n'est ni de l'albumine ni de la colle (substance sans doute dont l'unique caractère est d'être collante). Traitée par l'alcool, cette substance se resserre et devient moins transparente ; l'alcool, dit l'auteur, lui enlevant une graisse liquide (ce qui n'est certainement pas nécessaire pour que la matière devienne moins transparente, car il suffit à cet effet que l'alcool lui enlève les molécules d'eau qui l'imprégnaient auparavant, et partant formaient avec elle une masse transparente). Enfin la chimie a conclu que c'est là une matière d'une nature chimique toute particulière, qui mériterait un plus ample examen, *surtout si l'expérience démontrait*, a-t-elle ajouté, *que cette même matière remplace, chez les poissons cartilagineux, les sels terreux qui constituent les os des poissons osseux* (conclusion curieuse, qui équivaut à

celle-ci : la portion organique qui, d'après les chimistes, existerait seule chez les poissons cartilagineux, y remplacerait la matière terreuse qui existe unie à la portion organique chez les poissons osseux). Par une conséquence plus précise, la matière cartilagineuse des poissons serait analogue à du mucus. Mais qu'est-ce que le mucus? C'est sans doute quelque chose d'analogue à la matière cartilageuse.

1796. Après le cartilage analogue au mucus, les chimistes ont distingué un cartilage qui se résout en colle, et un cartilage inattaquable par l'eau bouillante. Le premier existe dans les fausses côtes, dans les cartilages des os proprement dits. Le second existe dans le cartilage des oreilles, du nez, de la trachée-artère, Mais ces différences dépendent du temps pendant lequel on laisse les unes et les autres substances exposées à l'action de l'eau bouillante. Car dans la machine à Papin, les cartilages du second ordre se résolvent tout aussi bien en colle que les cartilages du premier dans l'eau bouillante non comprimée; et sous ce rapport, qui n'est autre qu'un rapport de durée, il faudrait, pour se montrer conséquent, admettre une liste plus longue de divers cartilages, selon que les uns se résoudront en colle, à une température plus élevée que les autres.

1797. D'après Frommherz et Gugert, les cartilages des fausses côtes contiendraient 3,402 de cendres sur 100, et 100 parties de ces cendres se composeraient de :

| | |
|---|---|
| Phosphate de chaux. . . . | 4,056 |
| Carbonate de chaux. . . | 18,372 |
| Phosphate de magnésie. . . | 6,908 |
| Sulfate de soude. . . . . | 24,241 |
| Carbonate de soude. . . . | 35,068 |
| Phosphate de soude. . . . | 0,925 |
| Chlorure de soude. . . . | 8,231 |
| Sulfate de potasse. . . . | 1,200 |
| Oxyde de fer et perte. . . | 0,999 |
| | 100,000 |

On voit que les sels ne manquent pas, pour soutenir l'analogie du cartilage avec les os, et pour venir à l'appui de la théorie qui considère les cartilages comme une des phases dont l'ossification est la dernière.

1798. Moelle des os. — Berzélius l'a trouvée composée de 96 de graisse médullaire, 1 de membranes et vaisseaux, et 3 de liquides renfermés dans ces corps; résultats qui représentent les trois opérations auxquelles s'est livré l'auteur, mais nullement le nombre et les rapports proportionnels des substances que renferme la moelle. Qui ne savait, du reste, que la moelle renferme du bouillon, de la graisse et des membranes? La chimie organique fourmille pourtant d'analyses semblables, dont les chiffres, souvent placés par des approximations et des conjectures, ne se retrouvent pas deux fois à la même place et avec la même valeur.

1799. Diploé. — Berzélius a placé sous cette rubrique une ébauche d'analyse, qu'il a tentée sur une rondelle de vertèbre dorsale détachée avec la scie. Il a trouvé que, « desséchée au bain-marie, elle avait perdu 0,40 d'eau; que l'eau, mêlée avec un peu d'ammoniaque, enlevait au résidu sec 0,13, y compris une trace de graisse médullaire, et laissait 0,47 de tissu osseux. La perte, l'auteur l'attribue au liquide rouge, espèce de sérum du sang à demi concret qui remplit, d'après lui, la partie celluleuse du diploé, liquide d'un brun foncé, qui prend une couleur rouge intense par l'effet du contact de l'air, se dissout complétement dans l'eau *sans déposer de fibrine,* se coagule par l'ébullition, et donne un liquide incolore rougissant le papier tournesol. Ce liquide contient 75,5 parties d'eau, et 24,5 de matières solides. » On voit que l'auteur hésite à admettre que ce liquide soit du sang; car il ne dépose pas de fibrine, et il donne après l'ébullition un liquide incolore, et qui rougit le tournesol. Or la fibrine, c'est-à-dire, d'après nous, l'albumine, ne se dépose du sang que lorsque le liquide n'est pas étendu d'eau; mais si vous délayez un liquide sanguin dans l'eau, la fibrine ne se déposera pas, vu que l'albumine du sang est soluble dans l'eau, et que, dans ce cas, on emploie une assez grande quantité d'eau pour la dissoudre; et alors même, si on attend quelques heures, avant de soumettre le liquide à l'ébullition, on trouvera qu'il rougit la teinture de tournesol; car l'albumine du sang très-étendue vire, comme la farine (1249), à une acidité de plus en plus prononcée. Enfin ce n'est pas sur une expérience de détail aussi vague, qu'on peut généraliser la composition chimique du diploé. Le *diploé*, du reste, ne diffère de la *table* de l'os, auquel il appartient, que de la même manière qu'un os diffère souvent d'un autre os plus compacte et plus avancé en âge et en organisation; c'est une portion osseuse, dont les cellules se sont arrêtées, dans leur développement vésiculaire, à

des dimensions assez grandes, pour être appréciées à la vue simple, et dont partant les canaux vasculaires sanguins ont été moins resserrés par les parois ossifiées des cellules, dans le dédoublement desquelles ils se sont frayé une route.

1800. Tendons et aponévroses. — La paroi membraneuse externe du muscle principal passe à la consistance aponévrotique, en s'approchant de son point d'attache, et ensuite, par des nuances insensibles, à la consistance tendineuse, par laquelle l'organe se termine souvent sous forme de cordon blanc, nacré, flexible, mais résistant, dont le tendon d'Achille est le type le mieux caractérisé. L'aponévrose ne diffère du tendon que par sa structure membraneuse. Le travail de l'ossification commence pour ainsi dire à l'aponévrose, et se termine à la table de l'os. Les tendons et les aponévroses se dissolvent, ou plutôt s'étendent dans l'eau bouillante en gélatine, beaucoup plus vite que les autres substances qui forment les autres termes de la progression osseuse. Quelques heures d'ébullition suffisent pour que certains tendons se changent en une masse tremblotante. Certains tendons résistent cependant autant que les tissus les plus rebelles à la gélatinisation. Desséchés à l'air, les tendons les plus résistants ne se putréfient pas, ils diminuent de volume, perdent de leur souplesse sans devenir cassants, acquièrent une certaine transparence et une couleur jaune rougeâtre; ils prennent les caractères des tissus cornés dont nous parlerons plus bas; ainsi se comporte le tendon d'Achille du bœuf. Mais, ainsi que tous les tissus animaux, cet organe desséché reprend toutes ses propriétés primitives, par une macération de vingt-quatre heures environ dans l'eau. Les tendons se dissolvent plus facilement dans l'eau, lorsqu'on les a tenus quelque temps dans l'acide acétique ou l'acide hydrochlorique étendu, etc.

1801. La structure des aponévroses et des tendons rappelle celle des muscles, dont ces deux substances ne semblent être, pour ainsi dire, que le squelette réduit à ses moindres dimensions, et dépouillé de tous les liquides qui rendent turgescentes les cellules allongées du muscle (1564). Leur aspect est strié dans la direction de la longueur du muscle, il est comme fibrillaire.

1802. D'après Berzélius, les tendons, après s'être gonflés dans l'eau en ébullition, et avoir acquis une demi-transparence, deviennent muqueux, et se dissolvent ensuite; mais le chimiste fait remarquer que la dissolution est troublée par de petits vaisseaux qui y nagent sous la forme d'un duvet. Il paraît qu'aux yeux de l'auteur, le caractère chimique du vaisseau consiste dans la forme fibrillaire et isolée; car voilà déjà la seconde circonstance (1786) où il prend des fibrilles nageant dans le sein d'un liquide pour des petits vaisseaux. Les vaisseaux de Berzélius, en réalité, ne diffèrent en aucune manière des organes qu'avant l'ébullition il désignait, dans les tendons, sous le nom de fibrilles. L'anatomie n'a jamais rencontré un seul vaisseau sanguin dans un tendon à l'état normal; la circulation s'y opère par des vaisseaux d'une autre origine. Nous concevons avec plus de difficulté ce que dit Berzélius *sur les graisses de tissu cellulaire, plongées dans l'intérieur du tendon et entourant ses fibres*, à la structure desquelles il attribue la forme annulaire et anguleuse que prend la section du tendon, lorsqu'on l'a fait macérer dans l'acide acétique concentré. Il est curieux d'observer avec quelle facilité les chimistes les plus rétifs à la méthode nouvelle, à la méthode basée sur l'alliance de la chimie et de l'anatomie microscopique, se permettent des théories d'organisation basées sur des idées préconçues et sur des inspirations du moment.

1803. Ligaments. — Les ligaments résistent plus longtemps à l'action de l'eau bouillante que les tendons; ils conservent encore leur résistance, après une ébullition de douze à seize heures, mais ils donnent pourtant alors une certaine quantité de colle. Ce qui démontre qu'en continuant l'ébullition, ils finiraient par disparaître entièrement, en se métamorphosant d'heure en heure en colle, aux dépens de la couche immédiatement en contact avec l'eau. Le ligament se dissout facilement, ainsi que le tendon, dans la potasse, dans les acides sulfurique, hydrochlorique, nitrique, surtout lorsqu'ils sont étendus d'eau et qu'on soumet le liquide à la chaleur; et dans l'un comme dans l'autre cas, la dissolution n'est précipitée ni par la potasse ni par l'hydrocyanate ferruré de potasse, mais bien par le tannin et l'infusion de noix de galle. La masse que les acides et la potasse n'ont pas dissoute est, comme l'albumine traitée par ces réactifs (1535), également soluble dans l'alcool et dans l'eau.

1804. Berzélius est porté à trouver dans ces réactions une analogie entre les ligaments et la tunique fibreuse des artères; l'analogie est plus générale, et elle s'étend à tout tissu animal membraneux. Mais une nouvelle preuve a été fournie

à Berzélius par l'analyse des ligaments jaunes chez l'homme ; lorsqu'on chauffe ceux-ci, dit-il, ils éprouvent une sorte de demi-fusion, ils se boursouflent, et après la combustion complète, ils laissent une petite quantité de cendre blanche, principalement composée de phosphate de chaux. Devinez ensuite. Cette preuve établit immédiatement l'analogie des ligaments avec les os, sauf à étendre cette analogie à tous les tissus susceptibles de s'ossifier.

*1805.* Ossifications anomales. — Il n'est pas de tissu animal qui ne soit susceptible de s'ossifier par l'action de certaines influences perturbatrices ; car il n'est pas de tissu qui n'offre, dans sa structure, un réseau sanguin et un réseau lymphatique de canaux, sur les parois desquels le liquide de la circulation est dans le cas de déposer une incrustation calcaire. Parmi les analyses qui ont eu pour objet l'étude de ces anomalies osseuses, la plus sans façon est sans contredit celle que Thénard a publiée relativement à diverses substances que lui avait transmises Dupuytren. L'auteur a conclu de ses expériences que toutes ces concrétions devaient principalement leur dureté au phosphate de chaux; mais il n'indique que le poids du résidu provenant de leur calcination jusqu'au rouge. résidu, ajoute-t-il, qui, parfois seulement, renfermait, outre le phosphate de chaux, une très-petite quantité de carbonate de chaux. Or nous sommes sûr que l'auteur a perdu de vue que la calcination réduit le carbonate, en sorte qu'il aura mis sur le compte du phosphate une grande quantité de l'alcali terreux provenant de la calcination du carbonate (1784). Quoi qu'il en soit, d'après lui, les substances suivantes laisseraient pour résidu, par la calcination :

| | |
|---|---|
| Kyste osseux de la glande thyroïde | 0,64 |
| Kyste osseux de la même glande | 0,65 |
| Kyste osseux de la même glande | 0,34 |
| Plèvre ossifiée | 0,14 |
| Ossification trouvée dans l'aorte | 0,52 |
| Ovaire de femme ossifié | 0,55 |
| Glande mésentérique ossifiée | 0,73 |
| Glande thyroïde ossifiée | 0,66 |
| Concrétion trouvée à la surface convexe du foie dans un kyste recouvert par la péritonéale | 0,63 |
| Concrétion osseuse trouvée au-dessus du ventricule latéral droit, dans la substance cérébrale d'une femme de trente ans | 0,66 |

« Telle est aussi, à ce qu'il paraît, ajoute Thénard, abstraction faite de la matière animale, la composition des concrétions qu'on trouve dans les poumons de personnes menacées de consomption, quelquefois dans les amygdales. » Mais à laquelle des analyses précédentes se rapporte l'analogie signalée par Thénard ? Est-ce à celle qui laisse 0,14 de résidu, ou à celle qui en donne 0,73? On voit qu'entre ces deux extrêmes la latitude de l'interprétation est assez large; et il nous semble que le sujet méritait d'être traité avec une apparence au moins de précision. Mais voici un nouveau contre-temps qui n'est pas du fait de l'auteur. Crumpton a trouvé qu'une concrétion du poumon se composait de 82 de carbonate de chaux, et de 18 de matière animale et d'eau. Sans doute cette analyse ne se range pas, il s'en faut de beaucoup, dans la catégorie des précédentes; et l'exception arrive presque aussitôt que la règle générale. Il est vrai que si Thénard avait eu à analyser cette concrétion, le carbonate probablement en aurait passé, par la calcination (1792), sur le compte du phosphate.

## § III. *Substances analogues aux os chez les divers animaux.*

1806. Il est une distinction grammaticale à établir, qui aurait coupé court à bien des discussions d'anatomie comparée et à des analogies, dont on a eu le droit d'être surpris, sans pouvoir préciser en quoi elles péchaient contre la logique. Il faut désormais établir une distinction anatomique entre les ossifications et les os proprement dits, quoique sous le rapport chimique ces deux dénominations soient exactement synonymes. En effet, de ce que chimiquement tout tissu qui s'incruste de sels calcaires est une ossification, il serait absurde de conclure que toute ossification soit anatomiquement l'analogue d'un os du squelette des mammifères. Car il serait contradictoire dans les termes qu'une pièce de la charpente d'un animal fût l'analogue d'une pièce qui, chez un autre animal, occupe une région opposée et remplit des fonctions toutes différentes, par cela seul qu'elle en aurait la consistance et l'incrustation. Si ce raisonnement était admissible à l'égard des ossifications, il ne devrait pas l'être moins à l'égard de tous les autres ordres d'organes, des muscles et des nerfs; et dès ce moment la confusion s'introduirait dans le système et la nomenclature, et chaque chose serait et ne serait pas telle à la fois. Si la coquille calcaire, dans laquelle se

réfugie le colimaçon, est l'analogue de la vertèbre qui est plongée dans le corps d'un animal supérieur, il faudra aussi admettre que le muscle qui sert à sa reptation, est l'analogue de tous les muscles de nos deux membres pelviens ; ensuite, pourquoi la coquille serait-elle plutôt l'analogue du squelette ou de la vertèbre que celui de la boîte crânienne d'un animal? Mais, dans cette dernière supposition, pourquoi ne pas admettre que tout le corps d'un animal soit dans le cas de se réfugier dans la boîte de sa cervelle? Tel est au reste le caractère de toutes les théories *à priori*, c'est-à-dire des théories qui, partant d'un seul rapport observé, cherchent à découvrir tous les autres, par induction, et sans avoir recours à la filière et à la contre-épreuve de l'observation. L'induction doit s'arrêter aux deux termes de la comparaison, pour en établir le rapport de ressemblance ou de différence qui constitue la conclusion. L'observation doit succéder ensuite pour établir un nouveau terme de comparaison et donner matière à une nouvelle induction. Les auteurs français et étrangers d'anatomie transcendante ne se sont livrés à tant de savantes divagations, que pour n'avoir attaché de l'importance qu'à un seul rapport, et pour avoir cherché le type de l'unité dans une des moins essentielles fonctions de l'organisme ; ils ont voulu saisir l'analogie à son origine, en partant d'une pièce qui n'existe jamais à l'origine, et qui n'existe pas dans toutes les classes à l'époque du développement le plus avancé. En un mot, s'il n'est pas permis d'admettre que l'artère ossifiée, que le cœur ossifié soit l'analogue anatomique de la vertèbre et du squelette, il ne doit pas être permis davantage d'admettre que les écailles de la tortue, que la coquille des mollusques, soit l'analogue du squelette des vertèbres. La coquille est chimiquement analogue à toute autre espèce d'os ; mais anatomiquement elle n'est qu'une ossification, dont il s'agit ensuite de reconnaître l'analogie avec toute autre espèce d'organe, ossifié ou non.

1807. COQUILLE DES MOLLUSQUES. — Les naturalistes expliquaient la formation de la coquille des mollusques, par une exsudation calcaire qui venait se concréter à la surface du corps de l'animal. Mais une exsudation ne se concrète pas ; elle est rejetée au dehors, non-seulement comme un objet de rebut, mais encore comme une substance, dont la présence est un obstacle aux fonctions, et souvent un germe de putréfaction. Du reste, aucune exsudation en se concrétant n'affecte la régularité de structure, la symétrie des taches et le poli enfin que l'on remarque sur le test des mollusques. Dans l'eau, une semblable excrétion ne pourrait jamais s'agglutiner à la surface du corps du mollusque; car la matière qui la compose ne saurait s'échapper au dehors du corps qu'à l'état liquide, et par des points isolés entre eux, à la manière enfin de la sueur ; mais alors l'eau ambiante la reprendrait pour la dissoudre ou au moins pour l'enlever par grumeaux, à mesure qu'elle sortirait des canaux excréteurs; l'agglutination de ces molécules en une couche nacrée serait donc impossible dans un milieu agité qui sert de dissolvant à tant de choses. D'un autre côté, si vous opérez, sur l'étendue de la coquille adulte d'un animal vivant, une solution de continuité, l'animal répare peu à peu cette perte de substance avec les mêmes accidents et les mêmes taches qu'auparavant ; seulement l'épaisseur n'en égale jamais celle des portions non endommagées. Or l'excrétion d'un animal adulte ne devrait pas reproduire, au même endroit, les accidents de couleur et de surface de l'excrétion d'un animal moins avancé en âge. La coquille des mollusques n'est donc pas le produit d'une excrétion.

1808. La théorie, au contraire, qui nous a si bien servi à expliquer l'ossification des animaux vertébrés, peut s'appliquer avec un égal avantage à expliquer la formation et l'analogie de la coquille. Supposez, en effet, que la membrane externe et épidermique d'un animal s'incruste de carbonate calcaire, sur les parois internes des canaux vasculaires qui forment le réseau interstitiel (1595) du tissu cellulaire. Cette membrane deviendra peu à peu osseuse, en passant par toutes les phases progressives de l'ossification, et formera ensuite une coque, dans laquelle l'animal, s'il est privé d'une charpente osseuse, pourra se réfugier comme dans un asile protecteur. Mais cette membrane ossifiée sera remplacée, sans doute, dans ses primitives fonctions, par la couche plus inférieure, qui deviendra alors la membrane épidermique de l'animal, celle qui suivra le développement progressif du corps. A un certain âge elle débordera donc la coque ossifiée; et, exposée dès lors aux mêmes influences qu'elle, elle s'ossifiera à son tour, en s'agglutinant à la coque externe et en l'allongeant d'autant, remplacée à son tour par une autre membrane épidermique, qui subira, après son développement complet, le même sort que la deuxième et tapissera d'une troisième couche la coque déjà formée de deux. C'est par ce mécanisme que la coquille

semblera se mouler sur le corps du mollusque, en reproduire tous les contours, en conserver la coloration, et en suivre le développement à l'infini. On comptera même toutes les phases d'accroissement, la série des superpositions, par tout autant de stries concentriques, qui se dessineront perpendiculairement à l'axe, selon lequel le développement aura eu lieu.

1809. Or, si l'on examine, avec une attention délicate, les rapports d'adhérence du mollusque avec sa coquille, on ne tarde pas à s'assurer, contre l'opinion des naturalistes, que le corps de l'animal tient organiquement, par une membrane extensible, aux bords de sa coquille, que la coquille est la continuation de la portion membraneuse, qui peu à peu devient coquille à son tour. Ainsi soit une coquille bivalve, une moule, ou une huître ; on remarque, lorsque l'animal écarte ses deux valves, que chacune d'elles est tapissée à l'intérieur d'un voile membraneux de même grandeur qu'elles, et qui adhère tellement à ses bords, qu'on ne peut l'en séparer qu'à l'aide du scalpel; ces deux voiles, que l'on désigne sous le nom de *manteau*, viennent s'insérer, par toute la portion qui ne borde pas la valve calcaire, sur la portion dorsale du mollusque, en sorte qu'ils forment la continuation de la coquille, l'intermédiaire membraneux de la coquille et de l'animal. Quand la paroi du *manteau*, qui est en présence de la paroi interne de la valve, s'ossifie, en incrustant son petit réseau circumcellulaire de carbonate de chaux, il se produit sans doute, entre elle et la valve, un vide qui accélère l'application immédiate de la portion fraîchement ossifiée sur la portion ancienne; et la valve s'enrichit d'une nouvelle couche qui, en augmentant son épaisseur, la déborde aussi par toute sa périphérie, vu que l'animal a continué à se développer par tous ses organes membraneux, dans le sens de l'une et l'autre dimension; les stries d'accroissement décrivent donc toutes des courbes complètes autour du primitif noyau de la coquille.

1810. J'ai cherché à étudier ce noyau primitif dans l'œuf lui-même, à l'époque (*) où je m'occupai de vérifier le travail de Jacobson, sur lequel Blainville venait de lire et de publier officiellement un rapport académique de 40 pages d'impression in-4°, qui ne renferme qu'une seule observation propre au rapporteur ; observation qui n'est certes pas heureuse. Je constatai que les moules de rivière expulsaient leurs petites coquilles dans un paquet en apparence excrémentitiel, après les avoir élevées, comme par une incubation utérine, dans les locules de leurs grandes branchies. Ces petites coquilles étaient dures et cassantes, et pourtant elles ne renfermaient pas encore un atome du carbonate calcaire, qui se montre si abondant dans les coquilles adultes. En effet, l'acide hydrochlorique n'en dégageait pas la moindre bulle gazeuse. Ainsi, la coquille était formée, avant toute espèce d'incrustation, c'est-à-dire, dans l'opinion ancienne, avant qu'elle fût coquille. Elle était organisée de toutes pièces, avant de rien posséder des caractères de l'incrustation qui, aux yeux des naturalistes, constitue le caractère de la coquille. Mais elle possédait du phosphate, auquel sans doute, elle était redevable de sa consistance et de sa dureté; car l'acide hydrochlorique étendu la rendait molle et membraneuse ; elle s'affaissait alors dans le liquide, comme toute membrane réduite à ses simples parois. Ce n'était donc pas une excrétion, une exsudation cutanée, mais bien un organe *sui generis*, une ossification enfin, dans le sens que nous avons attaché à ce mot.

1811. Quant aux coquilles univalves, j'ai eu aussi l'occasion de les observer dans leur œuf, et j'en ai fait connaître, dans le travail *sur l'alcyonelle*, la respiration, dans le sein de la coquille même ; à cette époque la coquille est toute formée, et elle affecte la même structure qu'à un âge plus avancé. Or une exsudation ne se montrerait pas avec de tels caractères dans le germe, et alors que l'embryon est encore emprisonné dans son albumen.

1812. En conséquence, la coquille des mollusques est une ossification, qui s'opère régulièrement et par couches successives du dehors en dedans, sur la portion externe du corps de l'animal, sur son fourreau ou son manteau ; et quand l'animal rentre dans sa coquille, la membrane qui forme, chez les univalves, l'adhérence de la coquille et de l'animal, se prête, par son élasticité, à ces mouvements de contraction, comme si l'animal était libre et isolé de son test osseux. L'ossification qui s'opère, chez les animaux vertébrés, sur les organes intermusculaires, s'opère, chez les mollusques univalves, sur le derme, pour ainsi dire, de la portion postérieure de leur corps. Chez les mollusques bivalves, qui sont symétriques et non spiralés, la portion postérieure se divise en deux lobes égaux dont chacun donne naissance à une valve; et l'analogie zoo-

(*) Dans les *Annales des sciences d'observation*, tome I, page 122, janvier 1829. — Travail que l'école académique a reproduit presque littéralement et, selon la consigne ordinaire, sans citation, dans les *Annal. des sc. nat.*, Juin 1836.

logique des bivalves et des univalves n'est presque fondée que sur le caractère chimique de leur ossification; car dans tout le reste, il y a une distance immense entre ces deux ordres de mollusques.

1813. La coquille est ainsi une espèce de *stuc*, une nacre que nous pouvons reproduire artificiellement en mélangeant ensemble du plâtre en poudre avec du blanc d'œuf ou de l'*empois;* et notre stuc acquerrait un degré de plus d'analogie avec la nacre, s'il était possible de combiner avec la substance organique le phosphate de chaux en dissolution. C'est la membrane animale qui donne le poli et les irisations de la surface; et ce poli se conserve sur toutes les portions de la coquille, qui restent en contact permanent avec le manteau, lequel les accroît de sa substance, et les protége contre toute espèce d'altération. Aussi distingue-t-on à ce poli, une coquille qui est recouverte du manteau de l'animal, la coquille d'une porcelaine par exemple, d'une coquille bivalve ou univalve qui reste en contact par sa surface externe avec le milieu ambiant. La première est lisse et nacrée sur toutes ses surfaces externes ou internes. La seconde est raboteuse sur la surface externe, elle s'y hérisse d'un velouté que les conchyliologues désignent sous le nom de *drap marin;* car ce dernier genre de coquille ne se renouvelle aux dépens de la substance du manteau, que par sa paroi interne; sur l'autre se déposent tous les précipités des eaux, tous les germes des petites conferves que la coquille rencontre sur son passage.

1814. Les proportions des substances terreuses qui rentrent dans la composition des coquilles varient autant selon les espèces de mollusques, et les procédés d'analyse chimique (1792), que les proportions des substances qui rentrent dans la composition des os varient selon les espèces de vertébrés. Suivant Bucholz et Brandes, les coquilles d'huîtres renferment :

| | | |
|---|---|---|
| Matière albumineuse. . . . . | 0,5 | |
| Chaux . . . . . . . . . . . . . | 54,1 | 98,6 |
| Acide carbonique . . . . . . | 44,5 | |
| Phosphate de chaux . . . . . | 0,2 | |
| Albumine accidentelle . . . . | 0,2 | |
| Sulfate de chaux, perte . . . | 0,5 | |
| | 100,0 | |

Vauquelin y a trouvé un peu de fer et de magnésie; suivant John, les couches les plus externes des coquilles d'huîtres contiennent :

| | |
|---|---|
| Carbonate de chaux. . . . . . | 87 |
| Phosphate de chaux, de fer, de manganèse, matière animale soluble dans l'eau et sel marin. | 3 |
| Matière animale insoluble dans l'eau . . . . . . . . . . . . . | 10 |
| | 100 |

Cette analyse, comme on le voit, est du genre de celles que nous avons qualifiées plus haut d'analyses sans façon. Selon Pasquier, l'eau renfermée dans une petite cavitée pratiquée dans la portion la plus épaisse de la valve convexe, contient de l'osmazôme, de l'albumine, du sel marin, du sulfate de chaux, des sulfate et hydrochlorate de magnésie.

1815. Perles.—Ce sont de petites bulles solides et nacrées, que l'on trouve adhérentes, comme par un *hile* (1494), contre la paroi interne de certaines valves, dont elles ont la composition chimique. Quelques auteurs ont pensé que les perles n'étaient autres que les œufs du mollusque, qui sont venus pour ainsi dire s'implanter sur la surface de la valve, et s'y incruster de carbonate de chaux. Cette opinion nous paraît vraie dans le plus grand nombre des cas; mais nous croyons aussi pouvoir admettre que les perles proviennent aussi de l'ossification des cellules du manteau, cellules qui, sous l'influence d'une cause quelconque, ont pu prendre un développement extraordinaire, et comme s'insuffler en boules sphériques. Dans le premier cas, les œufs se glissent, par une aberration, et comme en se trompant de route, dans les canaux vasculaires du manteau, au lieu de se glisser dans les locules vasculaires (*v*, fig.16, pl.7), dont se composent les grandes branchies utérines de l'huître ou de l'*unio* margaritifère; et, là plongés dans un milieu incrustant (1812), au lieu de se trouver dans un milieu propice à l'incubation, ils se solidifient au lieu d'éclore; leur albumen s'ossifie en une coque, au lieu de se sacrifier au développement du vitellus; et quand la portion du manteau à laquelle ces œufs adhèrent par le point aspirant de leur périphérie, s'applique intimement sur la paroi interne de la valve, l'œuf devenu perle se trouve appliqué nécessairement avec elle, et soudée, comme par un *hile*, à la *nacre* dont elle a pris l'aspect; c'est une *perle*, que le pêcheur ne détache ensuite, qu'en cassant le *hile* factice, dont l'empreinte est une perforation. Dans le second cas, une des cellules du manteau, déviée dans ses

fonctions d'aspiration, aura aspiré de l'air, au lieu d'aspirer dans son sein des sels calcaires; et elle se sera enflée en une bulle grosse et saillante, dont les parois ne se seront ossifiées qu'après que l'air l'aura distendue complétement. Ces cellules anomales n'acquièrent pas toujours la configuration sphérique des perles; et nous en trouvons fréquemment sur la nacre de nos bivalves mêmes d'eau douce, qui ne se dessinent que par des proéminences et des bosselures plus ou moins irrégulières, et sans nom, lesquelles sont pleines d'un liquide altéré.

1816. **Polypiers.** — La théorie de l'ossification s'applique, avec la même exactitude, à la formation successive des embranchements calcaires, qui se terminent chacun par un polype; et il ne sera pas hors de propos de donner ici une certaine extension à la partie physiologique de cette classe d'histoire naturelle; car c'est à son étude chimique que nous sommes redevable des innovations qui, depuis notre travail sur l'*alcyonelle*, en 1827, se sont introduites dans la science. Avant cette époque, tous les naturalistes classificateurs, Cuvier, Blainville, etc., s'étaient rangés de l'opinion de Lamarck, qui considérait le polypier comme une exsudation calcaire du polype, de même qu'à leurs yeux la coquille n'était qu'une exsudation du mollusque. D'après eux, le polype s'implantait au fond de sa loge, et n'en était pas une continuation organique. Le polype eût été alors l'analogue de la larve des teignes ou des tipules, qui se construisent des fourreaux protecteurs, avec des matériaux agglutinés au moyen des substances qu'elles sécrètent. Mais nous démontrâmes qu'au sortir de l'œuf, le fourreau du polype de l'alcyonelle existe; qu'il est à cette époque membraneux et blanc comme de la fibrine; que le polype en est la continuation organique; que le fourreau n'est que la cellule génératrice, dans le sein de laquelle l'ovaire de l'animal reste plongé. Peu à peu, et à mesure que, par la surface gemmipare de sa portion externe, le polype donne naissance à de nouveaux polypes, son fourreau s'ossifie, en se combinant intimement avec de l'oxyde de fer des meulières; et le fourreau des autres polypes subissant de jour en jour cette métamorphose, il se forme une masse cloisonnée et papyracée, imitant les rayons d'une ruche ou la surface tubulée des bolets. Chez les gorgones et les autres polypiers pierreux, le fourreau, au lieu de se combiner avec le fer seulement, se combine avec le phosphate, et s'incruste de carbonate de chaux; il devient un os compacte et d'une pureté éclatante, blanc chez les uns, coloré chez les autres, selon les substances accessoires qui se mêlent au carbonate incrusté. La démonstration s'est fait jour dans les livres académiques; mais il a fallu pour cela faire semblant de la vérifier sur les côtes de l'Océan, aux frais des fonds officiels; car une découverte coûte peu, mais une vérification officielle exige des frais considérables et des voyages lointains; la vérité part de Paris; mais pour qu'elle y retourne, il faut qu'elle passe au pas de course par les îles Jersey, Gibraltar, et qu'elle nous revienne des côtes d'Afrique; l'argent des contribuables n'opère pas autrement; et Dieu sait à qui il échoit en partage dans le domaine de la science.

1817. Les analyses chimiques que nous possédons des diverses espèces de polypiers sont plus nombreuses, mais tout aussi vagues et sans façon que celles que nous possédons des coquilles. On a trouvé du carbonate de chaux et une petite quantité *d'une substance gélatineuse* ou *membraneuse* dans les *Madrepora virginea, muricata, labyrinthica*; les *Millepora cærulea, alcicornis*; les *Tubipora musica*; l'*Isis hippuris*. Les *Millepora polymorpha* et le *Flustra foliacea* contiendraient un peu de phosphate de chaux; on en a trouvé des traces dans les *Corallina*; la substance dure du *Gorgonia nobilis* serait composée de carbonate et d'un peu de phosphate de chaux; le tronc consisterait en une substance gélatineuse, recouverte d'une matière membraneuse.

1818. Le tronc des *Gorgonia ceratophyta, flabellum, suberosa, pectinata, sebosa, umbraculum*, serait composé d'une substance cornée, de beaucoup de phosphate, et de très peu de carbonate; l'écorce, au contraire, de carbonate de chaux et de peu de phosphate. Le *Gorgonia antipathes* ne contiendrait, au contraire, que de la *substance cornée?* avec un peu de matière soluble dans l'eau, du sel marin, sans la moindre trace de sels à base de chaux? Les *Alcyonium asbestinum* et *ficus* contiendraient une substance molle, membraneuse, endurcie par le carbonate de chaux, et une petite quantité de phosphate calcaire. Dans les éponges, la chimie n'avait d'abord trouvé qu'une substance cornée, tendre, de l'hydrosulfate de soude, de l'iode; et elle en avait négligé les cristaux de silice qui en forment la masse principale, et dont nous nous occuperons dans la deuxième classe du système. La dernière édition de Thénard s'est tenue en arrière de dix ans sous le rapport qui nous occupe. L'auteur ne signale dans les éponges que de l'iode, de la géla-

tine, et une substance mince, membraneuse, possédant les propriétés de l'*albumine coagulée !*

Suivant Vogel, le corail rouge (*Isis nobilis*) contient :

| | |
|---|---|
| Membrane animale | 1,0 |
| Acide carbonique | 27,5 |
| Chaux | 50,5 |
| Magnésie | 3,0 |
| Oxyde rouge de fer | 1,0 |
| Sulfate de chaux, sel marin | 0,5 |
| Eau | 6,0 |
| Perte | 10,5 |
| | 100,0 |

Vauquelin a signalé, dans un madrépore rouge du cap Leuwin, une matière membraneuse, une matière colorante rouge qui devient violette par les alcalis, du carbonate de chaux et du sel marin.

1819. Toutes ces dissidences et ces indécisions tiennent à ce que les chimistes, ne s'étant pas fait une idée juste de l'organisation de ces masses calcaires, ont reporté le tissu tantôt sur le compte d'un tissu corné et gélatineux, tantôt sur celui de l'albumine, tantôt sur celui des sels dissous qui sont dans le cas de tenir en suspension les débris de la membrane primitivement organisée. Quand cette membrane s'est offerte à eux consistante et forte de son organisation, ils ont négligé de l'incinérer, ils se sont contentés d'analyser les sels qui la recouvraient de leurs incrustations; partant ils ont passé sous silence le phosphate de chaux qui a pu se trouver dans un état de combinaison intime avec la membrane elle-même, et lui prêter les caractères d'un tissu corné.

1820. CÉPHALOPODES (1654). — Dans le mémoire sur l'*alcyonelle*, et dans la première édition de cet ouvrage, pag. 238, nous avons révélé l'analogie incontestable des polypes avec les céphalopodes, sous le rapport de la structure anatomique, opinion qui a été depuis copiée par les auteurs classiques. Or, sous le rapport qui nous occupe, l'analogie se soutient encore, en passant par toutes sortes de nuances. Le corps du polype étant organisé sur le type de celui des céphalopodes de grand calibre, des poulpes, des sèches, des calmars, le fourreau dans lequel il naît enveloppé, et dont il est la continuation, même après son ossification complète, ne saurait rencontrer un analogue plus frappant que dans le sac du céphalopode, grande enveloppe dont le céphalopode est la continuation, et qui en emprisonne toute la moitié inférieure. Ce sac, il est vrai, ne s'ossifie jamais et ne se transforme jamais en coquille dans les trois genres que nous venons de citer; mais il devient coquille chez l'argonaute, comme le manteau membraneux de la limace devient coquille chez le colimaçon, comme le fourreau calcaire du polypier des corallines reste cartilagineux chez l'alcyonelle et chez les gorgones; et cela par la seule ossification d'un organe externe, par la seule incrustation calcaire du réseau lymphatique, qui circule autour de toutes les petites cellules du tissu. Les céphalopodes sont donc des polypes isolés, comme la plupart des polypes sont des céphalopodes ramifiés; et si les premiers étaient restés fixés contre le rocher qui les a vus naître, par la base empâtée de leur sac, et qu'outre leur parturition ovipare, ils eussent été doués, comme leurs analogues, de la puissance gemmipare, qu'ils se fussent reproduits par bourgeons, comme par graines; nous aurions eu alors des polypes gigantesques. Au sortir de son œuf, le polype est une unité isolée, parfaitement identique avec le céphalopode; il est composé d'un polype unique, enfermé dans un fourreau qui, ne tenant à rien, représente le sac des céphalopodes dans toute sa simplicité.

1821. AMMONITES. — Nous n'avons d'autre représentant des ammonites fossiles que la coquille du nautile papyracé; et par l'analogie de la coquille, il est permis de remonter à l'analogie de l'animal. La coquille du nautile se distingue de la coquille des univalves, par des concamérations d'autant plus nombreuses que l'animal est plus âgé, par des cloisons transversales qui divisent la capacité de la coquille, parallèlement à l'ouverture, et perpendiculairement à l'axe de la spirale. Lorsqu'on rencontre le nautile et l'ammonite fossiles conservés et sans altération, on les trouve organisés sur le même type que le nautile vivant, quant à la structure générale de la coquille. C'est ainsi qu'on les observe dans nos marbres, lorsque la scie a passé par le plan qui comprend la ligne dorsale et l'axe de la coquille. Cette section offre alors des loges séparées par des cloisons sinueuses et traversées par un canal parallèle à la ligne dorsale, dont il est rapproché chez les ammonites, et éloigné de la moitié du diamètre chez les nautiles; ce canal se nomme le *siphon*. Les coquilles de ce genre qui ont perdu leur test présentent des circonstances bien différentes, et dont les conchyliologues ne s'étaient nullement rendu compte avant le travail que nous avons publié sur les

*ammonites* dans le *Lycée* (*), circonstances dont nous donnerons plus bas l'explication, après avoir exposé la théorie du développement de la coquille, telle qu'elle s'offre à nous dans son état d'intégrité.

1822. Au premier instant de la comparaison, il semble qu'il y ait tout un monde entre la structure de la coquille des ammonites et celle des mollusques univalves. La manière dont nous avons conçu la formation et le développement de celle-ci nous fournira le mot de l'énigme de l'autre, qui n'en sera plus à nos yeux qu'une modification. En effet, nous avons établi (1807) que la coquille des mollusques univalves n'était que la cellule génératrice de l'animal, qui s'ossifiait et qui croissait ensuite en longueur et en épaisseur, par la juxtaposition successive de toutes les couches externes de la portion postérieure de l'animal, portion contenue dans le sac dont la portion antérieure n'est que la continuation. Supposons que la première couche se soit ossifiée, et que la seconde ou bien la plus interne commence à manifester une tendance à s'isoler des couches qu'elle recouvre, pour s'ossifier à son tour. Il se présente deux cas divers, selon lesquels cet isolement peut s'opérer : ou bien, en s'ossifiant, elle viendra s'appliquer, par la force du vide, contre la couche ossifiée qui la recouvre; ou bien entre elle et celle-ci s'interposera de l'air ou un liquide séreux qui les tiendra à distance l'une de l'autre, et obligera la première à suivre le mouvement en avant de la portion postérieure du corps de l'animal, et à s'ossifier et durcir contre cette surface. Dans la première hypothèse, vous aurez la coquille des univalves, dans la seconde, la coquille concamérée des nautiles et ammonites, chez qui ces concamérations augmenteront successivement en nombre, à mesure qu'une nouvelle couche du sac accomplira son isolement et son ossification; en sorte que le nombre de ces concamérations marquera l'âge de l'animal, et n'indiquera nullement à lui seul une différence spécifique. On observera aussi que le test et les cloisons offriront une épaisseur d'autant plus grande que l'animal sera plus âgé; mais comme le développement du céphalopode aura lieu en spirale et que les développements nouveaux recouvriront de plus en plus les anciens, les plus faibles seront ainsi protégés de plus en plus par les plus forts. Il arrivait pourtant à certaines espèces de cette famille, qu'après avoir suivi la direction en spirale, et après avoir recouvert d'un ou deux tours ses jeunes concamérations, le céphalopode, soit détourné par un obstacle interposé, soit retenu attaché malgré lui à la surface du rocher, prenait tout à coup la direction rectiligne, et ossifiait ses concamérations sans se rouler sur lui-même; dans cet état, il s'offre comme une crosse emmanchée d'une tige de même diamètre et de même configuration; son test prend le nom classique d'*hamites*.

1823. Mais dans les terrains sulfureux, tels que les argiles du lias, à la place du test régulier qui se rencontre si fréquemment entier dans les terrains calcaires, dans les marbres surtout, au lieu du test de l'animal, on ne rencontre plus que des espèces de vertèbres enchâssées les unes dans les autres par tout autant d'engrenages arborisés, vertèbres qui jouent librement les unes contre les autres, et qui se désemboîtent avec la plus grande facilité. On observe alors que leur substance est analogue en général à celle du milieu géologique dans lequel on les a trouvées fossiles, et qu'elles n'offrent qu'un agrégat de molécules terreuses. Lorsque le fossile maintient encore son unité caractéristique, qu'il conserve sa forme générale et n'a perdu que son test, la surface est ciselée d'arborisations compliquées, qui s'étendent du bord dorsal de l'animal à son bord ventral, par tout autant de jolies sinuosités transversales, auxquelles on a fait jouer un rôle dans la classification, avant d'en avoir constaté l'origine. Or si l'on examine l'ouverture d'une ammonite, dont le test n'a point perdu sa forme par la fossilisation, on remarque, tout autour des bords de la cloison antérieure, une rangée d'enfoncements cylindroïdes; ces enfoncements se bifurquent en deux ou trois autres enfoncements, lesquels se bifurquent en deux ou trois autres et ainsi de suite jusqu'aux derniers, qui ne se bifurquent pas, mais se terminent en cônes imporforés. Il est évident que ces ramifications en creux sont la contre-empreinte des ramifications musculaires en relief, dont les extrémités adhéraient au fond de leur enfoncement respectif, comme les aponévroses aux os des animaux supérieurs. Quand le test est conservé, il offre les enfoncements que nous venons de décrire; mais aucune ramification externe sur la surface qui correspond aux enfoncements ramifiés. Jamais, au contraire, on ne trouve les arborisations de la surface plus nombreuses et mieux dessinées, que lorsque le test est oblitéré et les enfoncements disparus. Or, que l'on remplisse de cire les enfoncements ramifiés, et qu'on use ensuite la portion du test qui les recouvre; lorsqu'on sera parvenu à mettre à nu chacun de ses cônes, on aura fait naître une arborisation, dont les angles rentrants appartiendront à la cire, et les angles sortants à

(*) Numér. des 10, 13, 17, 20, 24, 27 nov., 1er, 11 déc. 1831.

la concamération suivante, et *vice versâ*. Nous voici donc sur la voie de ce phénomène variable. Admettons que la matière fossilisante soit parvenue à remplir toutes les concamérations du polype, en suivant le siphon qui aura commencé par s'oblitérer le premier; cette matière se moulera sur tous les accidents de surface de la concamération dans laquelle elle se sera infiltrée et solidifiée; mais qu'à la suite, et par l'action corrosive de cette substance, le test ait disparu, le test avec ses parois externes et partant ses cloisons; la coquille, réduite aux moules des concamérations, se présentera comme une série de vertèbres engrenées par des sutures analogues aux sutures des os du crâne; car les cornets ramifiés qui occupent le bord de la coquille se seront remplis de substance fossilisante, tout aussi bien que la grande capacité de la concamération; les engrenages proviendront de leurs saillies; et sur la surface externe, ils présenteront ces arborisations saillantes et rentrantes qui marqueront la ligne de séparation de chaque moule. Remplissez de cire les concamérations d'une ammonite non détériorée, soit au moyen du siphon que vous aurez fait disparaître par l'introduction d'un acide, soit en usant le test sur une des parois latérales de la coquille; faites dissoudre ensuite le test calcaire dans un acide étendu qui attaque la base et respecte la cire; et vous aurez une ammonite fossile en cire, avec ses *spondylolithes* ou pseudovertèbres, et les arborisations de la surface. Chez le nautile, rien de semblable ne s'observe; les cloisons sont sinueuses, mais non marquées d'enfoncements; et partant leur test usé n'offre jamais des arborisations analogues.

1824. En expliquant la structure et les phénomènes de fossilisation des ammonites gigantesques, nous avons par conséquent expliqué la structure et le développement de ces innombrables céphalopodes microscopiques, dont les coquilles forment, dans nos mers actuelles, des bancs de sable aussi puissants presque, que les dépôts de miliolites, qui occupent un si grand espace dans les couches géologiques de nos environs. Nous avons donc dans nos mers des ammonites vivantes; et cependant nous ignorons encore absolument l'anatomie du céphalopode, dont ces petites coquilles sont le résidu. Ce n'est cependant pas faute d'argent consacré à cette étude délicate, mais importante, en histoire naturelle; et plus d'un voyageur subventionné a reçu mission de les observer sur les côtes. Mais la subvention ne fait pas l'observateur; et sous ce rapport, elle se trompe un peu trop souvent d'adresse. L'un des derniers venus, au lieu de trouver que ces animaux sont des céphalopodes, nous a créé un nouvel animal qu'il désigne sous le nom de *rhizopode;* et, d'après lui, la coquille si régulière dont nous parlons, ne serait produite que par une masse informe et gélatineuse qui la recouvrirait, et s'attacherait aux *fucus* et autres corps étrangers, par des prolongements albumineux et ramifiés qui serviraient à sa reptation. On en a même donné des figures gravées dans les *Annales des sciences naturelles*, déc. 1835. La figure fait évidemment justice du texte, et suffit pour nous expliquer le genre de méprise, dont l'auteur a été victime dans cette singulière observation. Toutes les fois que l'on déplace un animal marin du milieu agité dans lequel il vit plongé, on le voit se contracter en lui-même, et s'attacher, dépaysé et ennuyé de vivre, à la surface des parois du vase, dans lequel il est exilé; il commence dès lors, non-seulement à languir, mais à se décomposer en rampant contre les parois; le résultat de la décomposition d'une substance qui s'attache si intimement et pour toujours aux corps, est qu'elle s'étire comme du gluten que l'on malaxe, lorsqu'il prend fantaisie à l'animal de se déplacer dans son agonie, pour aller contracter de nouvelles adhérences sur d'autres points; enfin, autour de lui il laisse des prolongements bifurqués et étirés en fils plus ou moins longs, et des rayonnements glutineux dont il est le centre. C'est ainsi que nous avons vu nos lymnées fluviatiles se changer, dans nos bocaux, en *rhizopodes* gigantesques, quand l'eau du vase se décomposait. Dans les *rhizopodes* de l'auteur, nous ne trouvons pas un autre phénomène; et il n'était pas besoin d'aller sur les bords de la mer pour le découvrir. Du reste, les lectures hebdomadaires de l'Académie sont fécondes en bizarreries de cette force, dont il n'est permis qu'à nous de tirer de temps à autre, dans l'intérêt de la vérité, notre unique maître, une franche et loyale justice.

1825. Os de seiche. — Nous avons vu plus haut, dans le sac des grands céphalopodes, l'analogue du fourreau des polypes; la seiche nous présente un point d'analogie de plus, par l'ossification qui occupe, comme un large bouclier, la portion dorsale de l'animal, et que l'on désigne dans le commerce sous le nom d'*os de seiche;* c'est une plaque blanche, biconvexe, dure et compacte, chagrinée sur la surface dorsale, raboteuse et celluleuse comme le diploé sur sa surface interne et

ventrale. Elle sert à polir les ouvrages d'os et d'ivoire; on en place dans les cages des oiseaux de salon, pourqu'ils puissent s'y aiguiser le bec de temps à autre. D'après John, la surface postérieure de cet os contient :

| | |
|---|---|
| Matière animale soluble dans l'eau, unie au sel marin | 7 |
| Membrane insoluble dans l'eau et la potasse | 9 |
| Carbonate de chaux et traces de phosphate | 80 |
| Eau avec traces de magnésie | 4 |
| | 100 |

La masse principale et poreuse contiendrait, d'après le même auteur :

| | |
|---|---|
| Matière animale, soluble dans l'eau et unie au sel marin | 7 |
| Membrane insoluble dans l'eau et la potasse à froid | 4 |
| Carbonate de chaux avec traces de phosphate | 85 |
| Eau avec traces de magnésie | 4 |
| | 100 |

1826. Crustacés.— Chez ces animaux, l'ossification s'est opérée, non point dans les grandes cellules centrales des faisceaux musculaires qui constituent un entre-nœud animal, un membre, mais bien sur toute la périphérie de chaque entre-nœud, de chaque membre de l'animal ; et toutes les portions de son corps se trouvent ainsi emprisonnées dans une cuirasse d'une consistance qui les met à l'abri des attaques du plus grand nombre des habitants des eaux ; en un mot, c'est le derme et non le système musculaire qui s'est ossifié chez les crustacés.

1827. Gœbel a trouvé dans les portions osseuses de l'écrevisse (*astacus fluviatilis*) :

| | Pinces. | Pattes et yeux. |
|---|---|---|
| Carbonate de chaux. | 68,36 | 68,25 |
| Phosphate de chaux. | 14,06 | 18.75 |
| Tissu membraneux. | 17,88 | 12,75 |

D'après Hatchett, le test de l'écrevisse ordinaire renferme :

| | |
|---|---|
| Membrane cartilagineuse | 33,3 |
| Carbonate de chaux avec traces d'oxydes de fer et de manganèse | 61,0 |
| Phosphate de chaux | 5,7 |
| | 100,0 |

D'après Chevreul, le test du homard est composé de :

| | |
|---|---|
| Matière animale et eau | 44,76 |
| Carbonate de chaux | 49,26 |
| Phosphate de chaux | 3,22 |
| Phosphate de magnésie | 1,26 |
| Sels de soude | 1,50 |
| | 100,00 |

Le test des crabes au contraire renfermerait :

| | |
|---|---|
| Matière animale et eau | 28,6 |
| Carbonate de chaux | 62,8 |
| Phosphate de chaux | 6,0 |
| Phosphate de magnésie | 1,0 |
| Sels de soude | 1,6 |
| | 100,0 |

Mais le test de l'écrevisse est coloré, pendant l'état de vie, par une matière vert-bouteille, qui devient rouge par le feu, par la cuisson dans l'eau à 70° environ, par les acides, par les alcalis, et par conséquent par la fermentation ammoniacale, par l'alcool, par l'action de l'oxygène; qui blanchit par le chlore, mais ne subit aucun changement dans les gaz hydrogène et acide carbonique. Les chimistes se sont demandé quelle était la nature de cette matière colorante. Ils ont traité le test parfaitement nettoyé, par l'alcool qui s'est coloré au rouge, couleur que les acides sulfurique et nitrique font passer au vert, et qui ne redevient pas rouge par les alcalis. Lorsqu'on évapore la dissolution alcoolique, on obtient une matière rouge, ferme, analogue à une graisse, qui, lavée à l'eau chaude, peut se garder sans altération. Cette substance grasse est insoluble dans l'eau, mais, sans contredit, de nouveau soluble dans l'alcool qui s'en colore en jaune rouge; elle est soluble dans les huiles volatiles et dans la graisse, mais non dans les huiles végétales fixes. L'acide sulfurique concentré la détruit, mais l'acide étendu la dissout. La dissolution alcoolique est précipitée, par l'acétate de plomb, en une matière violette. D'après Macaire, elle répand, par la combustion, des vapeurs ammoniacales. D'après Gœbel, au contraire, son analyse élémentaire donnerait :

| Carbonate. | Oxygène. | Hydrogène. | Azote. |
|---|---|---|---|
| 68,18 | 22,58 | 9,24 | 0 |

1828. La substance dans laquelle les chimistes n'ont vu que la matière colorante, est un simple

mélange d'une substance grasse, de sels et de la matière colorante elle-même. Quant à celle-ci, elle est analogue à la matière verte végétale ; elle change de coloration en s'oxygénant ; et son oxygénation est subordonnée, dans l'animal, à la nature des membranes qui l'emprisonnent, et qui sont dans le cas de la soustraire plus ou moins longtemps à l'action de l'air intérieur ou extérieur. C'est aux effets de ce mélange qu'il faut attribuer l'anomalie qu'elle offre, comme matière verte, à l'action de l'acide sulfurique, qui verdit la couleur rouge, au lieu de la maintenir. Supposez, en effet, qu'en dissolvant la matière colorante renfermée dans une cellule ou un canal vasculaire, l'alcool dissolve en même temps de l'oxygène contenu ou circulant tout près, mais dans une autre région ; en se dissolvant, la matière colorante rougira. Si maintenant vous ajoutez à la masse une certaine quantité d'acide sulfurique avide d'eau, celui-ci soustraira à la matière colorante une quantité d'oxygène et d'hydrogène nécessaire pour former de l'eau, et la matière passera au vert, et à un vert d'autant plus solide, que la graisse attaquée par l'acide formera à chacune de ses molécules une enveloppe d'autant plus imperméable. Nous reviendrons sur ce sujet, en nous occupant des matières colorantes.

1829. Élytres et parties cornées des insectes. — L'ossification chez les insectes s'est opérée, comme chez les crustacés, mais sur une échelle moins grande. D'après Hatchett, le test des insectes traité par l'acide hydrochlorique fournit 64 de phosphate, et 10 de carbonate de chaux ; il abandonne 26 d'une substance d'un jaune clair, analogue au cartilage. Mais il est évident que ce jaune clair de la substance est le produit de l'action de l'acide (1534). D'après Odier, lorsqu'on fait bouillir des élytres de coléoptères dans une dissolution de potasse caustique, celle-ci en extrait de l'albumine, une matière analogue à l'extrait de viande, une matière grasse, colorée, qui est soluble dans l'alcool, et une substance brune qui est soluble dans l'alcali, mais insoluble dans l'eau et dans l'alcool ; il reste alors une substance molle, qui formerait, d'après l'auteur, le quart du poids des élytres, qui se charbonnerait, sans fondre et sans donner à la distillation des produits ammoniacaux ; qui serait soluble dans l'acide sulfurique étendu et dans l'acide nitrique, à l'aide de la chaleur. L'auteur a cru devoir, d'après ces caractères, la nommer *chitine*. Mais il est évident que cette différence dans les résultats tient à une différence dans les procédés. Comment ne pas s'apercevoir que la même substance prendra des caractères contradictoires, selon qu'on l'aura traitée par l'acide hydrochlorique ou par la potasse? Odier s'est trompé, en considérant cette substance, comme ne donnant pas de produits ammoniacaux à la distillation ; et cela tient soit à ce que l'ébullition dans la potasse en avait préalablement dégagé toute l'ammoniaque avant la distillation, soit encore à ce que l'ammoniaque dégagée pendant la distillation se sera trouvée saturée par un acide, et n'aura partant fourni aucun signe de sa présence aux réactifs. Il aurait fallu ne pas se contenter du témoignage de la distillation, mais avoir recours à celui de l'analyse élémentaire, avant d'émettre une telle assertion. Nous sommes convaincu que l'auteur aurait constaté une grande quantité d'azote dans sa *chitine*, qui, à nos yeux, ne diffère aucunement de la substance membraneuse des os et des autres organes animaux.

1830. Coquille des oeufs d'oiseaux. — La coquille de l'œuf est la couche la plus externe de l'albumen qui s'est ossifiée ; elle est tapissée d'une deuxième couche dont l'ossification est beaucoup moins avancée, et qui a conservé une consistance pelliculeuse. La coquille, outre la membrane animale, renferme une grande quantité de carbonate calcaire, une moins grande de phosphate, de carbonate de magnésie, d'oxyde de fer et de soufre.

1831. Calculs urinaires et arthritiques. — C'est par la théorie de l'ossification que nous expliquerons la formation de ces concrétions intestines. Mais le nombre des substances qui concourent à la solidification des diverses espèces de ces produits, nous oblige d'en renvoyer la description à la deuxième classe de l'ouvrage.

Corollaire. — Nous répéterons, au sujet des analyses précédentes, l'observation que nous avons eu déjà l'occasion de faire à l'égard de l'analyse des os. Non-seulement ces analyses se résument en résultats trop vagues et par trop indéterminés, pour représenter la constitution réelle des substances qui en ont été l'objet ; mais encore, en les supposant arrivées au degré d'exactitude et de précision dont elles sont toutes privées, elles ne devraient être considérées que comme les expressions de la structure individuelle du corps spécial, qui aurait fait l'objet de cette recherche chimique, mais nullement comme pouvant s'appliquer

à d'autres espèces du même genre, ni même à d'autres âges du même individu. L'ossification en effet est une incrustation progressive, et partant elle ne saurait offrir les mêmes proportions chimiques, ni les mêmes caractères physiques, dans toutes les circonstances et les phases de son accroissement.

## § IV. *Usages des os et des ossifications.*

1832. Industrie. — Les os des grands mammifères sont travaillés en manches de couteaux, en boutons d'habits, et en autres ouvrages de ce genre. Il est des contrées entières en France, telles que la ville de Thiers, qui ne possèdent pas d'autres manufactures. L'astragale du pied de mouton a servi de temps immémorial, et sert encore dans les villages de nos provinces, au *jeu des osselets* des enfants. Les habitants de Montreuil emploient les *tibia* et les *femur* des moutons en guise de clous, pour palisser leurs espaliers contre leurs murs de plâtras; les clous en fer, en effet, usent les loques et les branches par leurs angles et leurs aspérités, et ont besoin d'être renouvelés souvent, rongés par le plâtre et la rouille. Dans nos faubourgs, et surtout dans le voisinage des abattoirs et des voiries, on entrelarde les clôtures de jardin, les murs en pisé, avec les os des animaux, qui contribuent, comme toute autre charpente, à la solidité de ces frêles constructions.

1833. Nacre et perles artificielles. — L'industrie ne pouvait laisser sans usage une substance aussi répandue et d'un aussi bel éclat que la nacre des coquilles. Aussi l'a-t-elle fait entrer dans la classe des plus beaux ornements de nos ustensiles, et des parures destinées à la toilette des riches. Or la mode est une contagion qui ne tarde pas à descendre de la classe distinguée dans la classe moins heureuse; le pauvre a été tenté de se *parer* à son tour de nacre et de perles; la parure est une illusion capable de faire trêve au moins quelques instants au dénûment et à l'infortune. Mais la nature n'a pu suffire à tous les vœux; et après avoir fourni de perles et de nacre le riche le premier, comme de raison, il s'est trouvé qu'il n'en restait plus pour le pauvre. *Force* a donc été à celui-ci de recourir à l'art et à l'industrie, qui lui donnent toujours des équivalents au moyen d'ingénieux mensonges. Nous avons eu dès lors des nacres et des perles pour tous les goûts et pour toutes les bourses; mais des perles si habiles à mentir, que bien des parures naturelles, prises au subterfuge, ont porté envie aux perles qui ne sont point sorties de la mer.

La beauté de la nacre et de la perle étant l'effet du poli de la surface et de la blancheur chatoyante de la substance, l'industrie a obtenu le poli au moyen du verre, et le chatoiement au moyen des molécules nacrées, isolées et tenues en suspension par un acide; ces molécules, en s'appliquant contre la surface interne d'une lame mince de verre, ont reproduit de la sorte les *irisations* que l'on obtient en physique par les couches de mince épaisseur. Pour arriver à ce résultat, on a commencé par dissoudre, dans de l'acide acétique étendu, les écailles des petites ablettes, genre de poissons qui, jusqu'à présent, a fourni à cette industrie les meilleurs produits. D'un autre côté, on a soufflé à la lampe (362) de petites bulles de verre d'une très-mince épaisseur; par la petite ouverture de ces bulles, on a insufflé la dissolution des écailles contre les parois internes de la bulle; et la bulle ainsi tapissée et comme étamée par cette couche nacrée, a pris tout à coup les caractères de la perle naturelle. Afin de rendre l'adhérence de la dissolution plus durable, on a ensuite injecté de la cire liquide, qui, en refroidissant, a formé une couche plus interne encore, capable de maintenir l'autre en position.

Il ne faudrait pas croire que l'acide dissolve la substance nacrée; en effet, la nacre étant un *stuc* formé par l'incrustation du phosphate, et surtout du carbonate calcaire sur la membrane animale, la dissolution, en se reportant uniquement sur le sel calcaire, détruirait par le fait la nacre elle-même. Mais l'acide, que l'on a soin d'employer étendu d'eau, en attaquant çà et là le sel calcaire, ou en dissolvant çà et là les molécules qu'il rencontre, isole, par cela même, les molécules qu'il n'a pas attaquées; celles-ci montent en suspension et se distribuent dans le liquide; elles gardent par conséquent leur caractère nacré, puisqu'elles conservent l'état de combinaison d'où résulte la nacre: et ce sont elles qui, en s'appliquant sur la surface interne de la bulle de verre, produisent l'illusion qui a fait le succès de ce genre d'industrie. L'acide transporte la nacre chatoyante, et la moule sur la surface du verre, qui lui rend ainsi le poli de ses premières surfaces.

Il est de la nature des perles d'être fragiles, et l'art en a imité jusqu'à la fragilité; une perle solide et dure ne serait pas une perle. Mais il n'a pas été aussi facile de reproduire la nacre, avec l'épaisseur et la solidité qu'exigent d'autres espèces d'ornement. La nacre, en effet, est, en ce cas,

taillée dans l'épaisseur même de la valve d'une coquille ; elle offre alors une assez forte résistance, et se prête impunément au frottement et à tous les mouvements que doit supporter un ustensile, et qui auraient bientôt mis en éclats la nacre artificielle, si on cherchait à l'étendre sur une surface de verre soufflée au chalumeau. Cependant les fabricants de bijouteries fausses et de ces verroteries dont les négresses des colonies sont encore plus avides que nos villageoises, les fabricants ont senti la nécessité d'imiter la nacre, comme ils ont imité la perle ; mais cette fois leur génie s'est trouvé en défaut. Voici les deux moyens que nous leur avons proposé d'employer.

1° Mélangez du blanc d'œuf, ou de l'amidon de pomme de terre bouilli, ou de la gomme arabique, avec de la chaux vive en poudre, et imprimez la pâte sur un moule en verre de la forme que vous avez envie de reproduire. Lorsque la pâte sera sèche et qu'elle vous paraîtra d'un beau poli, passez-y çà et là une couche la plus mince possible d'huile de térébenthine, ou d'un peu d'eau de Cologne, ou d'une tout autre dissolution alcoolique ou éthérée d'une huile essentielle, au moyen d'un simple linge que vous aurez imprégné d'un peu de ces substances. Il est probable qu'après quelques essais vous aurez parfaitement imité la nacre ; la chaux et l'albumine donnant la teinte jaune de la nacre, le moulage lui ayant donné le poli, et la couche d'huile essentielle, qui se sera attachée à la surface, produisant les irisations qui distinguent la nacre naturelle.

2° Étendez ce *stuc* en une couche très-mince ; et après sa dessiccation, recouvrez-le d'une couche d'albumine dissoute et agitée dans l'eau. Puis après la dessiccation de celle-ci, placez une nouvelle couche mince de même stuc ; et multipliez cette alternance jusqu'à ce que vous ayez atteint et l'effet désiré et l'épaisseur exigée par la nature de l'ouvrage. Alors passez l'enduit imperceptible d'huile essentielle, comme ci-dessus.

3° Enfin, si tous ces moyens étaient insuffisants, ayez recours au placage, non pas au moyen de plaques enlevées à la nacre des coquilles, ce qui serait impraticable, mais au moyen des petites écailles lisses de certains poissons. A l'aide d'un emporte-pièce, vous pourrez découper sur le même modèle ces petites écailles empilées ; et appliquées au moyen d'un mastic blanc sur une surface quelconque, elles la revêtiront d'une mosaïque de nacre naturelle, dont vous pourrez masquer les jointures par un travail d'orfévrerie, qui n'est plus de la compétence du chimiste.

1833. AGRICULTURE. — Les ossifications, mélange de sels calcaires, très-riche en substance animale, réunissent à la fois les conditions d'un amendement qui divise la terre, et d'un engrais qui alimente les végétaux. Dans tous les pays où la sépulture des morts a été usitée, on a remarqué que l'emplacement des anciens cimetières abandonnés donnait des moissons abondantes, alors même que le temps avait dévoré les chairs, et qu'il ne restait plus que les os blanchis des générations en ces lieux enfouies ; et l'expression *d'un sang impur engraisser les sillons*, a été de tous les temps le cri de guerre du laboureur forcé de quitter la charrue pour l'épée. Les os sont redevables de cette propriété, non-seulement à leurs substances chimiques, mais encore à leur structure physiologique, à leur porosité, condition essentielle de tout amendement et de tout engrais. Mais abandonnés sans préparation et avec leur forme anatomique, dans le sein de la terre, ils ne se décomposent que lentement, et par couches successives ; ils n'alimentent la végétation que par leurs surfaces ; en sorte qu'il en faut une grande quantité pour produire, sous cette forme, un résultat avantageux. De là est venue l'idée de les broyer sous la meule, et de les mêler en poudre avec le sol. Car sous cette forme ils se décomposent plus vite ; et, en moindre quantité, ils fument davantage. Dans les pays de manufactures d'os, on n'engraisse pas autrement les terres, et on y broie les os sous la meule des moulins à vent. Mais les agronomes ont remarqué que cette poudre n'opère bien qu'au bout d'un à deux ans, lorsqu'on la répand sur le sol, et qu'on laboure immédiatement la terre. Cet effet doit varier selon l'hygrométricité du terrain. En effet, les os en poudre, quoique riches en matières fermentescibles, manquent presque absolument du véhicule essentiel de toute fermentation, qui est l'eau. Si on les répand au printemps dans un terrain sec, leur action sera peu prononcée ; si on les répand en automne, les pluies de l'hiver leur communiqueront pour le printemps les qualités essentielles de tout engrais. Mais, dans tous les cas, il est mieux de faire par soi-même ce que le sol ne produit pas toujours d'une manière sûre et régulière. Il vaut mieux répandre les os après qu'ils ont fermenté, que de laisser au sol le soin de les rendre fermentescibles ; à cet effet, on amoncelle la poudre d'os en tas sur le sol, on les recouvre d'un peu de cendre et de terre ; lorsqu'on s'aperçoit que la masse devient liquide et noirâtre, on la mêle à de la terre meuble, jusqu'à ce que le mélange soit friable ; et on le répand sur le sol.

Il faut de 15 à 20 hectolitres de poudre d'os, pour fumer un hectare, selon que le terrain est plus ou moins apauvri.

1835. PRÉJUGÉ. — Dieu nous garde de laisser croire que nous voulions consacrer à cet usage immonde, les os de ceux qui nous ont précédés dans la tombe! Comment? confier à la terre qui nous nourrit, les os de celles qui nous ont allaités, et de ceux qui ont élevé notre enfance! Quel sacrilége! quelle impiété! quelle violation du respect dû à la tombe! Il n'est permis qu'aux os des animaux de contribuer à nous faire vivre! Quant aux restes de nos pères et de nos bienfaiteurs, ils ne doivent profiter qu'aux vers de terre et à l'air; il faut les brûler, pour qu'ils soient inutiles; en répandre la poudre aux vents, pour que les vents les emportent au ciel, ou bien les confier à la fosse, *pour qu'ils* y deviennent, en pourrissant, le germe des infections qui empoisonnent ceux qui vivent. N'y touchez pas, pour lire, dans leurs entrailles, des avertissements utiles aux mortels! Le peuple de Londres se révolte d'indignation contre ce sacrilége de la science; ses bouchers ont horreur de l'anatomiste et du chirurgien. N'y touchez pas non plus, pour satisfaire au culte des vivants, et pour conserver en momies ces restes défigurés par la mort; l'Égyptien qui vous invite à cette fonction, vous poursuit à coups de pierre quand il n'a plus besoin de votre service. Mais dès que le dernier soupir aura été rendu, fuyez bien loin, en vous essuyant une larme vraie ou mensongère; fuyez avec horreur loin de l'objet un instant auparavant si cher à votre cœur; il n'est plus qu'un objet bon pour la pourriture; n'en gardez que le nom pour allonger la prière des morts; qu'on porte le reste en terre, et dans une terre maudite, déserte et sauvage, entourée de murs, que les ombres gardent de toute escalade, bien mieux que ne ferait une sentinelle vigilante. Dans les pays un peu plus civilisés, cultivez, sur le tertre tumulaire, des arbres et des plantes d'ornement, dont vous cueillerez les fleurs et dont vous savourerez les parfums; mais gardez-vous d'y semer des plantes utiles, des arbres à fruits; le croque-mort, moins civilisé que vous, trouve *que* les fruits qui mûrissent sur les tombeaux sont *plus* exquis que ceux de vos serres; mais vous, restez-en au préjugé qui veut qu'après avoir été inutiles pendant votre vie, vous soyez condamnés à devenir nuisibles après votre mort; ordonnez qu'on vous laisse pourrir tranquilles; le sacrilége serait de vous toucher, et les vers seuls ont le monopole de ce sacrilége. Quand l'époque de la fermentation aura passé, et que la terre aura dévoré à la fois et le corps et la tombe, et l'épitaphe et le cercueil, et qu'elle ne recouvrira plus que des os sans nom et des débris que personne ne réclame, ordonnez que cette terre soit rendue à la culture; mais alors que les ossements, enlevés un à un par des mains indignes, soient portés à tombereau dans des carrières abandonnées, dans des catacombes, pour y être rangés en murs parallèles, ainsi que nos chantiers de bois, avec des croix de tibias et de fémurs, surmontées de sentences tirées de Gilbert, qui mourut de faim, comme tant d'autres. Alors vous pourrez circuler sans sacrilége, entre ces rangées d'ossements dénudés de leurs chairs, et visiter, une lampe à la main, cette vallée de Josaphat, qui n'attend plus que le dernier son de la trompette. Pauvres mortels! enfants qui ne savez que pleurer tous les quarts d'heure et jouer à la procession tous les huit jours; pour qui tout est horrible et rien n'est saint; qui êtes dévots et ricaneurs, blasphémateurs et superstitieux; mais jamais grands et forts, religieux et conséquents avec vous-mêmes; levez donc les yeux vers la lumière d'où vous émanez, et osez fixer ces lois qui roulent sur vos têtes, en un cercle dont chacun de vous est un point. Raisonnez vos actions, et faites-nous trêve de vos vaines paroles, de ce bavardage d'étiquette, de ces formules invariables de douleur; étudiez la nature hors de vous et en vous, et vous serez moins poltrons le soir, et meilleurs économistes le jour:

Dans un pays dont je ne me rappelle pas le nom, il était un peuple doué d'un cœur aimant et d'un esprit droit, qui savait rire de bonheur et jamais de malice, qui souriait souvent et ne riait jamais aux éclats, pour qui la nuit était un heureux rêve, un souvenir de la veille, et le jour la réalisation du rêve de la nuit; qui passait à être utile et prévoyant les longues journées que nous passons à dire des riens et à ne rien faire; peuple agronome et industriel, et dont le commerce n'était qu'une voie d'échange; il utilisait tout, et croyait que perdre quelque chose faute d'emploi, c'était insulter à la nature, qui ne laisse rien d'inutile. Là le vieillard en mourant faisait un legs de son corps à celui de ses petits-enfants qui lui paraissait devoir en faire le meilleur usage, l'usage le plus utile à tous; il le léguait au physiologiste du pays, pour y chercher le secret des douleurs, dont il lui indiquait la trace, et pour apprendre aux autres les moyens de s'en préser-

ver ou d'en tarir la source ; par substitution, il le léguait à l'industriel et à l'agronome, fier de penser que ses restes solides, façonnés après sa mort par une main habile, orneraient la région du cœur de son enfant chéri, et que tout ce que l'industrie refuserait d'utiliser, irait porter dans la terre un germe, non de miasme, mais de fécondité ; enfin qu'il nourrirait de sa chair et de son sang après sa mort, les enfants qu'il avait nourris de son travail pendant sa vie. Le champ dépositaire d'un tel trésor n'était point un sépulcre pour les enfants qui l'avaient en partage, une terre maudite des cieux et des enfers ; c'était un champ bénit, un lieu saint, comme tous ceux que le travail exploite et où la reconnaissance prie. Le père et l'ami étaient là, non pas infectant l'air de leurs miasmes, mais fécondant, par une heureuse transformation, le sol destiné à nourrir ceux qu'ils avaient tant aimés ; et quand la récolte était convertie en pain sur la table, la prière commençait par ces mots : *Ceci est son corps, ceci est son sang; il va revivre en nous, comme nous avons vécu en lui.*

Ce peuple, pour qui tout était utile, et pour qui tout ce qui était utile était également saint, ce peuple ne vous paraît-il pas plus avancé en civilisation que nous, aux yeux de qui tant de choses que nous vénérions la veille deviennent tout à coup des objets de rebut ; nous qui établissons des catégories dans les lois que la nature a créées si uniformes, qui avons horreur à la vue de tant de choses qui nous font vivre, et qui, si nous étions conséquents, devrions mourir de faim, plutôt que de toucher au moindre des mets qu'on sert sur nos tables!

Sous le rapport qui nous occupe, il faut avouer que les Français sont encore les plus avancés de tous les peuples; et pourtant ils sont bien peu avancés. Le pas qu'ils ont fait loin des préjugés qui affligent les autres peuples, ne les a pas portés fort loin. Espérons qu'à mesure que les études d'histoire naturelle se propageront dans l'enseignement élémentaire, nous deviendrons de plus en plus un peuple rationnel dans ses croyances et conséquent dans ses actes; que nous saurons concilier l'industrie, qui utilise, avec la piété, qui vénère; transformer nos cimetières en guérets, l'horreur des tombeaux en un spectacle d'une plus douce espérance, et les miasmes de la putréfaction immonde en produits fertiles d'une décomposition qui profite à tous; et cela, en bénissant avec un peu de chaux vive, les restes de ceux qui ne peuvent plus être utiles d'une autre manière, et en sanctifiant la terre qu'ils nous ont léguée en héritage, par les molécules métamorphosées d'un corps, que nous ne pouvons plus posséder avec les formes sous lesquelles nous l'avions tant aimé vivant.

1836. GÉLATINE ET COLLE FORTE OBTENUE PAR L'ÉBULLITION DES OS, etc. — Papin (*) est le premier qui ait conçu l'idée de réduire les os en gelée par la puissance de la vapeur. Il se servait de marmites susceptibles de se fermer hermétiquement, et de supporter une pression considérable. C'est dans ces vases qu'il soumettait dans l'eau les os des animaux à l'action de la chaleur. Il en retirait une gelée qu'il proposa d'administrer en bouillon aux indigents et aux hospices. Nous renverrons à l'article de la nutrition, ce que nous avons à dire de la gélatine comme aliment ; nous n'en traiterons ici que comme produit chimique.

1837. Les tissus animaux étant une combinaison intime de la substance organique d'un côté et de la base terreuse de l'autre (1775), combinaison progressive dont l'albumine soluble (1501) est le premier degré, et l'os le dernier terme ; toute cause d'action qui sera capable de vaincre cette affinité organique et de séparer ce que le développement a si intimement uni, ramènera les os à l'état, non pas albumineux, mais gélatineux, c'est-à-dire à un mélange de substance albumineuse, de sels calcaires et d'eau, à une dissolution commençante de toutes ces substances, à l'état d'un tissu jeune et éminemment aqueux. La vapeur d'eau désagrége les molécules du tissu ; que si la vapeur d'eau agit avec cette puissance sur les os, qui sont les tissus les plus compactes de la vie animale, à plus forte raison agira-t-elle avec plus de promptitude et moins de dépense de chaleur, sur toutes les autres membranes, dont l'énuméra-

(*) Arago, après Darcet, a trouvé qu'il était permis de revendiquer en faveur de Papin, la révolution qu'a opérée Watt, par l'emploi de la vapeur; nos académiciens sont très-enclins à revendiquer, en faveur des morts, ou de leurs intimes qui ont le bonheur d'être encore en vie; mais dans cette circonstance, et à ce prix, il fallait remonter un peu plus haut, et voir toutes les applications de Watt dans les procédés de l'alchimie, qui n'a jamais ignoré la force d'expansion de la vapeur d'eau, et même dans ceux du premier Prométhée qui fit du feu et qui apprit à ses dépens que la flamme avait besoin d'une issue. La découverte d'une application heureuse n'est presque jamais la conséquence immédiate de la découverte du phénomène; et Watt n'en continuera pas moins à jouir, sans partage, de la gloire de l'application, qui a légué un si grand moteur aux machines, et une si grande rapidité aux communications.

tion fait la matière du présent genre. Aussi peut-on faire de la colle avec la peau, les cartilages, les tendons, les sabots des animaux de toute espèce. Mais pour la plupart de ces substances, l'ébullition dans l'eau suffit à les transformer en colle.

1838. Depuis près de vingt ans, Darcet a repris les essais d'introduction de la gélatine dans le régime alimentaire, avec une persévérance qui n'a pas été couronnée, grâce à Dieu, de plus de succès que la persévérance de Papin, quoique l'auteur moderne ait pris soin, à chaque objection nouvelle, de varier les procédés, et de modifier les appareils de la manipulation.

1839. On l'a vu extraire la gélatine des os par l'emploi de l'acide hydrochlorique; et, d'après lui, l'extrait obtenu par la saturation de l'acide au moyen du carbonate de soude, ou de la craie, ou de la potasse, représentait identiquement la gélatine telle qu'on l'obtient par l'ébullition ou par la vapeur. Il la préconisait, non-seulement en qualité de colle forte, mais encore en qualité d'aliment. Mais cette prétention renfermait une erreur chimique et un conseil dangereux.

1° La substance extractiforme obtenue par le traitement à l'acide hydrochlorique, ne saurait être identique avec la gélatine obtenue par la simple ébullition dans l'eau. En effet, une chose à laquelle on enlève une immense partie de ses éléments, ne saurait plus être la même que celle à qui on conserve tous ses éléments intègres. Or l'acide hydrochlorique prive les os de tout le carbonate calcaire incrusté, de tous les sels non combinés avec le tissu, d'une grande proportion de la graisse et de l'albumine qu'il rend solubles dans l'eau; enfin l'action de l'acide ne saurait manquer d'altérer ce qu'il ne dissout pas, après l'avoir dépouillé de tout ce qu'il peut dissoudre; car l'acide n'a pas, dans les arts, plus de ménagements à garder que dans le laboratoire, et nous avons appris à reconnaître les modifications qu'il imprime à tous les tissus albumineux (1534).

2° Cette prétention renfermait un conseil dangereux, en préconisant comme alimentaire une substance qui s'était imprégnée d'un acide aussi énergique; car nous posons en fait qu'après avoir traité une substance organisée ou organisable par un acide, il sera impossible à la chimie de l'en dépouiller d'une manière complète et de la rendre à son premier état; et il est certain qu'elle en renfermera plus que des traces, même alors que l'acide ne décèlera sa présence en aucune manière aux réactifs. En effet, l'acide pénètre à travers toutes les parois et les molécules, et imprègne toutes les membranes; cela est incontestable, puisqu'on l'emploie pour dépouiller jusqu'aux dernières molécules organisées, des sels terreux qui les incrustent ou qui leur sont combinés intimement. Il paraîtra encore incontestable, à ceux qui auront suivi la série de nos observations jusqu'à ce point de notre ouvrage, que l'acide, en pénétrant ainsi dans les replis les plus cachés du tissu organisé, en dissoudra les molécules qui sont plus aqueuses que les autres. Or, quand vous chercherez à saturer l'acide, en laissant le tissu cartilagineux plongé dans une dissolution de carbonate alcalin, il est certain que toute la portion dissoute par l'acide sera précipitée par sa saturation; il doit donc paraître évident que cette portion viendra former une enveloppe imperméable aux autres quantités d'acide, que le précipité aura emprisonnées dans son centre à l'instant de sa formation, ou qui se trouveront emprisonnées entre les mailles du tissu insoluble, auquel le précipité viendra adhérer. Ces quantités d'acide seront ainsi protégées contre l'action du carbonate; en sorte que, lorsqu'après bien des lavages on essayera la gélatine aux réactifs, rien n'indiquera la présence d'un acide qu'aucun réactif ne saurait atteindre; on prononcera donc à tort alors que la substance organisée n'en renferme pas même des traces. Mais malheur à celui qui, rassuré par de semblables inductions, consacrera à l'industrie ou à l'économie domestique un semblable produit; il ne tardera pas à reconnaître, aux dépens de ses ustensiles ou de son estomac, la présence corrosive de l'acide qui s'était jusque-là dissimulé avec tant de succès; car la digestion ouvrira à l'acide des issues que la précipitation lui avait fermées, et le mettra en contact avec des parois sur lesquelles son application sera certainement moins innocente. L'expérience a confirmé toutes ces prévisions; on ne tarda pas à abandonner comme aliment la gélatine ainsi préparée, quoique Darcet eût soin de soumettre à l'ébullition le cartilage obtenu, et d'ajouter à la dissolution un peu de bouillon de viande et des racines végétales, dans le but d'en masquer, disait-il, l'insipidité, et de l'aromatiser; et il est surprenant de voir Thénard, dans sa nouvelle édition, maintenir encore (tom. V, pag. 206) une application, dont l'inventeur a fait lui-même justice. L'industrie a suivi de près l'exemple donné par l'économie; et on évite de se servir de cette colle dans toutes les préparations qui se font avec des vases de métal, et surtout de cuivre non étamé. Darcet a cherché à expliquer la défaveur qui a accueilli cette tentative, en se re-

jetant sur la malveillance et la mauvaise préparation. C'est un fiche de consolation qu'il faut laisser à l'insuccès, et sur laquelle nous n'insisterons pas davantage.

1840. Aujourd'hui, Darcet extrait la gélatine au moyen de la vapeur d'eau, qu'il fait parvenir sur les marmites remplies d'os, et munies à leur base d'un robinet, lequel permet à toute la substance rendue coulante d'être recueillie à fur et mesure qu'elle se forme. A cet effet, on broie les os, en les faisant passer entre des cylindres cannelés, parce que, lorsqu'on les pile ou qu'on les râpe, ils acquièrent une saveur empyreumatique, qu'ils communiquent au bouillon. Cela fait, on introduit ces os broyés dans un panier en fil de fer; on plonge celui-ci dans une marmite cylindrique, que l'on recouvre d'un couvercle qui s'y adapte hermétiquement. La vapeur arrive dans chaque cylindre, au moyen d'un conduit métallique, sous une pression de 960 millim., c'est-à-dire engendrée par une chaleur de 106 à 107°. Et bientôt on peut retirer, par le robinet, et la graisse que la vapeur a fondue, et la gélatine qu'elle a rendue coulante. Comme il faut quatre jours pour que les os soient épuisés, on ajoute tous les jours une nouvelle quantité d'os à chaque cylindre, afin d'obtenir un travail régulier et continu. Le panier en fil de fer est destiné à tamiser la gélatine qui se forme, et à retenir, comme sur un filtre, les os qui seraient dans le cas de se glisser avec la gélatine, pour aller obstruer l'orifice du robinet. Avant de chercher à recueillir la gélatine, on dégraisse les os broyés à l'eau bouillante ou à la vapeur non comprimée.

1841. D'après Darcet, les os complétement épuisés de gélatine, par le moyen de la vapeur, étant bien lavés, séchés, et pulvérisés, se mouillent difficilement, lorsqu'on les plonge dans l'eau; on en sépare de la graisse, en les traitant par un excès d'acide hydrochlorique; l'essence de térébenthine en enlève du savon de chaux. Les portions les plus épuisées contiendraient encore 92 de résidu terreux, et 8 de matière animale, ce qui, d'après l'auteur, indique que l'on a converti en savon de chaux, et par conséquent perdu 4 ou 5 kilogrammes de graisse, par 100 kilogrammes d'os.

1842. Il est évident que la vapeur n'extrait pas toute la gélatine des os ou en altère une partie, et la formation d'un savon de chaux, par lequel l'auteur explique la perte observée, est une hypothèse qui n'est fondée ni en théorie ni sur l'expérience. Car pour former un savon de chaux avec un carbonate, il faudrait ou bien avoir rendu celui-ci alcalin, ce que la vapeur d'eau ne saurait produire, ou avoir déjà un savon soluble que le carbonate calcaire décomposerait en savon insoluble; ce qui n'est pas. Ensuite, il est encore évident que la gélatine obtenue par ce procédé, n'est nullement identique avec celle obtenue par le procédé de Papin, non-seulement parce que celle-ci renferme tous les sels insolubles et la graisse que l'autre élimine, mais encore parce que, dans le procédé de Papin, elle reste plongée dans une quantité d'eau qui ne saurait manquer de s'associer à elle, et de lui imprimer des qualités différentes, et comme colle, et comme produit alimentaire.

1843. Par le procédé de Papin, il se produit toujours une certaine quantité d'ammoniaque, à cause des portions d'os qui se trouvent en contact immédiat avec les parois trop échauffées de la chaudière, et qui se brûlent là, au moins pendant un instant, comme par la distillation sèche.

1844. Nous avons donné plus haut (844) l'analyse élémentaire de la gélatine, et la théorie selon laquelle la combinaison de ses nombres peut avoir lieu. Quant à l'analyse par les réactifs, la gélatine présentera des différences essentielles en apparence, non-seulement en raison des procédés qu'on aura suivis pour l'obtenir, mais encore, et surtout, en raison des substances et des tissus dont on l'aura extraite. Comment ne pas concevoir de prime abord, que la gélatine obtenue des os, et imprégnée ou même pétrie de phosphate et de carbonate calcaire, donnera des réactions qu'on rechercherait en vain dans la gélatine provenant de la peau et du cuir? Dans quelles incohérences ne se jetterait-on pas, si l'on ne tenait pas compte de ces données, lorsqu'on cherche à évaluer les résultats? Aussi dans le commerce distingue-t-on deux espèces qui peuvent se ranger sous cette rubrique : la gélatine proprement dite et la COLLE; c'est-à-dire la gélatine qu'on retire des substances osseuses ou cornées traitées par la vapeur d'eau comprimée, et celle que l'on retire des peaux et rognures de cuir, par la simple ébullition dans l'eau, en vase ouvert.

1845. Depuis longtemps, les chimistes ont reconnu que la gélatine n'existe pas toute formée, dans les diverses substances d'où on l'extrait, et qu'elle est le produit de la manipulation. Berzélius a proposé de désigner, par un nom spécial, la substance inconnue qui se transforme en gélatine, chez des tissus d'une structure et d'une composition chimique si diverses; mais il s'est arrêté devant l'idée de nommer une inconnue. Cette vel-

lité de Berzélius a été une bonne fortune pour Gannal, qui n'a pas manqué de créer le mot de *géline* pour désigner, en 1834, cette substance qu'il se proposait d'examiner plus tard; encore un synonyme de *fibrine* ou *albumine* combinée en tissus! Nous ne nous arrêterons pas davantage à cette dénomination.

1846. On prépare la colle, en soumettant les rognures que les tanneurs enlèvent de la surface interne de la peau, les tendons, les cartilages, les vessies natatoires de certains poissons, à l'ébullition dans l'eau, jusqu'à ce que ces matières animales se soient assez étendues d'eau pour se transformer en une gelée, que le liquide se couvre d'une pellicule, se prenne en une masse tremblotante par le refroidissement, et se solidifie par la dessiccation. On se sert, à cet effet, d'une chaudière, dont le fond est jonché d'une bonne couche de paille, pour empêcher la substance animale de s'attacher aux parois échauffées, avant d'avoir été suffisamment imprégnée d'eau par l'ébullition, ce qui ne manquerait pas de la décomposer. A l'état sec, cette substance prend le nom de *colle forte;* et lorsqu'on y a ajouté préalablement un peu de sucre de canne, et qu'on l'a coupée en petites plaques allongées, elle prend celui de *colle à bouche.* On lui donne aussi la forme de larges feuilles transparentes, qui servent au décalque des graveurs, ou à la construction des rapporteurs des boîtes de mathématique, etc.

1847. Dans cet état, la colle est solide, cassante transparente, colorée en jaunâtre; elle se ramollit dans l'eau froide, et à sec à 34°; elle entre en fusion à 50, et elle peut même alors être filtrée; elle répand alors une odeur particulière connue sous celle d'odeur de colle forte; elle sert à joindre deux surfaces que l'on tient rapprochées avec force, jusqu'à ce que la colle se soit de nouveau solidifiée par le refroidissement. La colle mêlée à beaucoup d'eau, surtout celle que l'on retire de l'ébullition des peaux blanches et non tannées, sert très-bien à coller les papiers peints contre les murs ou sur d'autres surfaces; à coller la pâte du papier à écrire, mêlée à un savonule et à de l'alun. Mais elle n'obtient la force de la *colle forte*, que par la fusion de sa substance réduite préalablement à l'état solide.

1848. Dans les préparations culinaires, on retire une gelée fort agréable, par l'ébullition dans l'eau, de la colle de poisson du commerce, qui nous arrive sous forme d'anses torses, résultant de l'agglutination des vessies natatoires des poissons. Les intestins du *gadus merlucius* fournissent la plus belle sorte d'ichthyocolle. Les longues bandes que l'on vend roulées sous la forme ci-dessus, proviennent, dit-on, des intestins de la morue, *gadus morrhua.* On détord ces cordons, on les divise en petites parcelles que l'on jette dans l'eau bouillante, on édulcore la gelée avec du sucre et on l'aromatise avec des essences; on se sert aussi, à cet effet, des râpures de la corne de cerf. Quant à la gelée que l'on retire des tendons, et des pieds de veau, on en relève l'insipidité par des épices et du sel marin.

1849. On emploie à froid la dissolution de la colle de poisson, à coller le vin, en place de l'albumine, qui cependant est généralement préférée (1544).

1850. La gélatine, sous quelque forme qu'elle se présente, est insipide, inodore, si elle a été traitée avec soin; elle n'est ni acide ni alcaline.

1851. Si l'on chauffe et qu'on laisse refroidir à plusieurs reprises une solution de colle, on détruit la force de cohésion de ses molécules, et on lui fait perdre sa propriété de se prendre en gelée. Abandonnée à l'air libre dans l'eau à une température de 15 à 20°, elle devient acide, puis ammoniacale, ou ammoniacale puis acide, selon que le local est plongé dans les ténèbres ou exposé à une vive lumière, et que la colle est plus ou moins étendue d'eau. L'alcool la coagule, ainsi que le chlore; mais celui-ci reste dans le mélange, d'après ce que nous avons dit plus haut, et lui imprime des propriétés, dans lesquelles Thénard et Berzélius ont cru voir des caractères d'un nouveau composé, auquel nous ne croyons pas devoir nous arrêter, crainte d'avoir à répéter ce que nous avons dit de l'action du chlore sur les solutions organiques, et principalement sur l'albumine. L'acide sulfurique produit sur la colle et la gélatine, les mêmes effets que sur le ligneux (1160) et les muscles (1683); elle les transforme en sucre, et, d'après les auteurs de l'ancienne méthode, en leucine, ou matière animale moins azotée. L'acide nitrique la convertit en acides malique et oxalique (1159), en tannin et en graisse; le mélange détone, si l'on évapore jusqu'à siccité. L'acide acétique ramollit la colle et la dissout à la fin, de même que cet acide dissout l'albumine. La potasse caustique et même l'ammoniaque la dissolvent comme l'albumine, mais en occasionnant un précipité de phosphate de chaux. Elle ne se précipite ni par l'hydrate de chaux, ni par l'alun, ni par l'acétate ou le sous-acétate de plomb; mais elle contracte, par un contact prolongé avec ce dernier réactif, un aspect laiteux; elle n'est pas troublée par le sul-

fate de fer; mais si on ajoute de l'ammoniaque à la dissolution du sel, de manière à en former un liquide d'un rouge intense, cette dissolution précipite la colle sous forme d'un caillot rouge. Les chimistes ont vu des combinaisons atomistiques dans la plupart de ces précipités; nous avons suffisamment démontré ci-dessus (941) le peu de solidité de cette hypothèse; si elle était en effet admissible, les chimistes n'auraient qu'un tort, ce serait d'en avoir trop restreint l'application; car il n'est pas de substance, si insoluble qu'elle soit, qui n'apparaisse entrer à ce prix en combinaison avec une colle qui se précipite.

1852. De toutes les observations précédentes, il résulte que la *gélatine* est un produit altéré par la chaleur, et qui ne représente nullement le mode selon lequel la substance animale se trouvait dans l'état de vie et d'organisation. Il en résulte encore que cette substance, quoique originairement identique, se modifie aux yeux du chimiste, selon les procédés d'extraction et la structure des tissus d'où elle tire son origine, jusqu'à présenter, par les diverses réactions, des caractères diamétralement opposés en apparence, mais qui, en réalité, ne dépendent que de la quantité et de la qualité des sels solubles ou terreux, qui sont associés ou combinés à l'albumine, dans le tissu vivant. Sous ce rapport, et si l'on ne tenait pas compte de l'avertissement, on pourrait enrichir la nomenclature d'un nombre indéfini de *gélatines*, de *gelées*, de *colles*, etc., à mesure qu'on se mettrait à la recherche de ces sortes de produits.

1853. Noir animal. — Les os brûlés en vase clos, et de manière à soustraire complétement la membrane animale à l'oxygénation, fournissent un noir qui réunit toutes les qualités du noir animal, que les fabricants recherchent tant, pour la clarification du sucre et des sirops.

1854. Coloration des os. — Depuis l'introduction de la culture de la garance en France, les paysans du Midi (*) ont remarqué que les os des animaux, à qui l'on servait la fane de cette rubiacée en fourrage, contractaient une couleur d'un beau rouge. La matière colorante de la garance passe donc de la sorte dans le sang par le chyle, et dans les os par la circulation du sang. Ce phénomène semble indiquer la grande affinité que la matière colorante de la garance a pour les sels calcaires, soit pour les phosphates, soit pour les carbonates; et il nous semble que l'industrie de la teinture ferait bien d'essayer si l'action des carbonates et des phosphates calcaires réunis n'est pas dans le cas de contribuer à la fixité et à l'éclat de la coloration. Nous ne pensons point qu'on ait encore cherché à fabriquer les boutons d'os et manches de coutellerie, avec les os colorés par la nourriture de la garance; l'Alsace et le Midi fourniraient à la fabrication un assez grand nombre de ces produits naturels.

1855. Ramollissement des os. — Rien n'est plus congénial que cette maladie dans les lieux humides et malsains, dans les habitations obscures; le *rachitisme* est en général l'indice d'une société souffreteuse et mal organisée, qui vit très-mal du présent, sans penser à améliorer l'avenir; qui ne s'aperçoit jamais du poison qui la dévore, que pour l'attaquer le plus loin qu'elle peut de son origine. Tant que l'État et la cité seront deux choses distinctes, tant que la surveillance générale n'aura mission de s'occuper que des assassins et des voleurs, tant qu'elle ne se proposera ni d'épurer les mœurs ni de régler et de sanctifier par un heureux choix les rapports des sexes, tant qu'elle se contentera d'assainir les égouts et non les maisons, ces foyers mystérieux où les générations se renouvellent, nous serons condamnés à voir les belles générations de nos montagnes et de nos fertiles plaines venir se perdre ou se rabougrir dans le gouffre des grandes cités.

1856. L'os se ramollit par la raison contraire à celle qui ossifie les membranes; l'organe perd ses sels calcaires, au lieu de continuer à en aspirer des quantités nouvelles, pour suffire à son développement indéfini; ces sels calcaires se dissolvent au lieu de s'incruster, ou passent dissous dans le torrent de la circulation; au lieu de s'arrêter précipités par l'absorption sur les parois organiques. La digestion fournit-elle moins alors de sels calcaires à la circulation? La circulation développe-t-elle, dans ces régions osseuses, une humeur acide qui dissout les sels et ronge pour ainsi dire l'organe, ou bien un nouveau sel qui les décompose par double décomposition? Voilà le

(*) Nous n'avons pas été le moins du monde surpris de voir, en 1837, un ex-ministre provençal, agronome bien ignoré jusqu'au jour de son avénement, se faire adjuger, par sa subvention, la découverte de ce phénomène, qui, depuis cinquante ans, se trouve cité dans tous les livres d'anatomie. Nous sommes loin de vouloir nous opposer à ce que les fonds secrets viennent au secours de la science qui a faim; mais nous désirerions qu'il fût défendu de casser ainsi l'encensoir au nez de l'excellence spécialement chargée du département de la distribution.

problème, à la solution duquel il serait peut-être possible d'arriver, en variant les traitements, et en administrant des substances éminemment phosphatées et carbonatées.

---

CINQUIÈME ESPÈCE.

Tissus cornés.

1857. Je comprends sous ce nom tous les genres d'ossifications que sont en état de subir les extrémités papillaires des nerfs, une fois arrivées au contact du monde extérieur. Car nous avons admis (1781) que tous les tissus étaient aptes à se combiner avec des sels calcaires, à s'en incruster, à s'ossifier enfin. Mais cette ossification s'opère sur une échelle, avec des proportions, et des caractères physiques différents, selon que l'organe qui manifeste cette tendance se trouve appartenir à tel ou tel ordre de tissus; et l'on remarque une ligne de démarcation fort tranchée, entre l'ossification des régions musculaires, qui constitue les *os* proprement dits (1784), et l'ossification des tissus nerveux, à laquelle s'applique spécialement la dénomination de *tissus cornés*; et ceux-ci prennent des caractères différents, selon qu'ils sont immédiatement en contact avec la lumière, ou plongés dans une cavité moins souvent éclairée, enfin suivant que les papilles qui s'ossifient ainsi arrivent au derme ou aux muqueuses. De là deux distinctions à admettre entre les tissus cornés : les *tissus cornés* proprement dits et les *tissus dentaires*, ou bien les *tissus cornés du derme* et les *tissus cornés des muqueuses*. La question ainsi posée, nous avons à la diviser en deux parties : 1° Dans l'une, nous tâcherons de démontrer l'origine nerveuse de ces sortes d'ossification; et 2°, dans l'autre, nous ferons l'énumération de ces tissus, en suivant l'ordre progressif, en commençant par ceux chez qui l'ossification s'est arrêtée à la consistance la moindre, et en terminant par ceux chez qui l'ossification est arrivée à son plus grand état de dureté.

## § I. *Origine nerveuse des tissus cornés.*

1858. Nous avons vu avec quelle variété de formes et de fonctions, les extrémités papillaires des dichotomies nerveuses viennent s'organiser au contact de l'air extérieur. Chacune d'elles se termine par un organe, par un sens, dont l'origine anatomique est exactement la même, mais dont les dimensions peuvent s'étendre, depuis la cupule d'appréhension de la surface palmaire (1652), jusqu'au globe de l'œil. Nous reconnaissons l'origine de chacun de ces organes, en suivant avec le scalpel le nerf d'où il émane, jusqu'au point de contact de l'organe et du nerf; or, si nous cherchons à appliquer le même procédé à l'étude des poils, glandes externes, ongles, cornes, dents, etc., nous découvrirons qu'ils émanent tous de l'extrémité d'un nerf, dont ils sont la continuation et la papille externe, et que, dans le principe, tous ces appendices, si compliqués et si cornés qu'ils soient à leur entier développement, n'offraient pas la moindre différence d'aspect et de structure, avec les papilles destinées à devenir organes des sens.

1850. Chacun sait que les dents tiennent toutes à un gros nerf, qui, d'après les anatomistes, pénétrerait sa substance en s'y ramifiant. Mais si on en suit le développement, en commençant cette étude à l'époque de la vie fœtale, on voit que la dent, dès qu'elle donne des signes de sa présence, n'est qu'une tubérosité papillaire placée au bout du nerf, comme le globe de l'œil au bout du nerf optique, et qui s'avance, comme dans un interstice cellulaire, pour se faire jour au dehors. Il est évident, à cette époque, que la dent embryonnaire est une continuation du nerf, une expansion de sa substance, une gemme terminale de ce rameau.

1860. L'épiderme d'un fœtus de brebis, long de 12 centimètres environ et conservé dans l'alcool, se présente au microscope (pl. 13, fig. 6) parsemé de globules égaux en diamètre, également répandus autour de taches blanches disposées en quinconce, et qui semblent déjà indiquer la place où doivent naître les premiers poils; chaque globule devant successivement s'épanouir en une tache semblable, pour devenir poil à son tour à une époque plus avancée. Sur les portions où le cuir chevelu est plus avancé en développement, telles que la région des tempes, sur lesquelles nous avons pris la lame représentée au même grossissement par la fig. 8, pl. 13, les taches blanches de la fig. 6 sont remplacées par des vésicules saillantes au dehors, sous forme de petites ampoules (les plus jeunes), et puis de grosses urnes (les plus âgées), dont les parois sont granulées de la même manière que l'épiderme qui les supporte. Ces vésicules sont évidemment les rudiments des poils, et chacune d'elles se trouve placée à l'extrémité d'un nerf, qui se confond tellement avec elle, qu'on n'y découvre pas la moindre ligne de démarcation.

1861. Si l'on cherche à poursuivre la même observation sur l'épiderme d'un moineau, au sortir de son œuf, on peut isoler chacune de ces petites bouteilles, avec le nerf dont elle n'est plus dès lors évidemment que le développement terminal. On croirait avoir devant les yeux l'œil d'un gros mollusque (1687), un globe terminé par un long nerf optique enveloppé de son fourreau. Un peu plus tard, on voit le sommet de la vésicule s'amincir comme en une cornée transparente, qui ne tarde pas à s'entr'ouvrir, pour livrer passage à un faisceau cylindrique de petites fibrilles cylindriques aussi, qui ne sont que les premières barbilles encore simples de la plume. La partie corticale de la papille forme alors une gaîne, un fourreau à ce développement commençant; et au lieu de continuer le nerf, elle ne semble plus que continuer l'épiderme, comme deux membranes associées par une commune décomposition, par une commune excoriation.

1862. On obtiendrait des résultats analogues, si l'on procédait à l'étude des cornes des bêtes à cornes, à partir de l'âge où la corne est encore un rudiment d'organe, qui doit un jour revêtir la structure d'un appendice de l'appareil ordinaire de l'audition. Il est, en effet, une époque à laquelle la corne du bœuf n'affecte pas d'autre structure ni d'autres dimensions que l'ampoule, qui est destinée à devenir un simple poil. C'est alors une papille qui termine un ramuscule nerveux.

1863. Après avoir rencontré l'analogie dans les rapports d'origine, de développement et de forme, cherchons-la dans les rapports de la structure chimique et des caractères extérieurs, et nous trouverons que l'ongle ne saurait être distingué de la corne, l'ergot de l'ongle, et tous ces organes eux-mêmes du nerf desséché : même aspect, même consistance; la lame d'un instrument tranchant les ravive les uns et les autres de la même manière; ils répandent tous la même odeur, fondent au même degré de température, et donnent les mêmes produits pyrogénés. En tout, enfin, sous ce rapport, chacun de ces organes n'est que le nerf durci à l'air, et ossifié tantôt d'une façon, tantôt d'une autre, selon le genre de milieu, dans lequel il est resté plongé en se développant, et selon la région sur laquelle il a commencé à se former.

1864. Nous avons fait remarquer plus haut que tous les organes de ce genre, qui se développent au contact immédiat de l'air extérieur, sont cornés; et que tous ceux, au contraire, qui croissent plongés dans une cavité, et garantis du contact immédiat de l'air extérieur, par une paroi épaisse qui les recouvre et une atmosphère humide qui les enveloppe, que tous ceux-là, dis-je, sont dentaires. C'est ainsi que le même genre d'organe devient corné chez certains animaux, et dentaire ou osseux chez d'autres. La mâchoire et les dents des mammifères et des poissons se transforment, chez les oiseaux, en bec souvent hérissé de petites aspérités cornées; car chez les mammifères et les poissons, cet organe est recouvert par les lèvres et protégé contre la lumière par la cavité buccale; il est à nu et immédiatement en contact avec l'air extérieur chez les oiseaux.

1865. La théorie de l'ossification, telle que nous l'avons développée en décrivant les os proprement dits, s'applique avec une égale facilité au développement des ossifications cornées et dentaires; et tous ces appendices externes sont également formés sur le type d'une vésicule, dans le sein de laquelle se développent indéfiniment d'autres vésicules, dans les interstices desquelles s'incrustent des sels terreux, après que d'autres sels de nature variable, selon la nature des organes, se sont combinés avec les parois de leurs tissus.

## § II. *Énumération des diverses substances cornées.*

1866. PILOSITÉS, CHEVEUX, POILS, LAINE. — La papille nerveuse une fois épanouie au contact de l'air et de la lumière, continue ses emboîtements indéfinis dans le sens de la longueur. La papille devient peu à peu cylindrique; elle est alors un entre-nœud imperforé; terminée en cône obtus par son extrémité libre, elle est empâtée, comme par des prolongements radiculaires, par l'extrémité opposée, sur le nerf qui l'a engendrée et qui la nourrit. De même que chez les organes végétaux, à mesure que les emboîtements intérieurs se multiplient, l'emboîtement le plus externe s'épuise, s'amincit, les cellules qui le composent se vident de leur substance organisatrice; cet emboîtement apparaît alors comme un épiderme réticulé, comme un épiderme végétal, dont les cellules sont rangées en spirales serrées sur la surface du cylindre (1119) (pl. 2, fig. 15). Mais comme le développement a lieu à l'intérieur et dans le sein de l'emboîtement dernier en date, c'est-à-dire le plus central, il en résulte que la pilosité est marquée comme d'un canal médullaire qui s'étend au centre du cylindre, presque d'une extrémité à l'autre, et qui, au microscope, se dessine d'une manière distincte, à cause de la différence du pouvoir réfringent des sucs inorganisés qui le

remplissent. La coupe de ces organes n'en éteint pas le développement, pourvu qu'elle n'intéresse pas l'articulation génératrice, celle qui termine le nerf et commence le poil; car celle-ci est pleine de germes qui sommeillent de longue date, comme on l'observe sur les articulations mûries des tiges végétales. Le poil continue également à se reproduire, à quelque distance de son articulation bulbiforme qu'on le coupe; car il est des emboîtements mûris qui s'échelonnent pour ainsi dire de distance en distance, c'est-à-dire que, dans le sein du poil, il se forme tous les jours des emboîtements nouveaux, qui, partant, ne doivent pas être arrivés aux mêmes hauteurs, et dont la coupe, par conséquent, n'atteint pas à la fois l'existence. Ces emboîtements reproducteurs sont du genre de ceux que, dans la théorie spiro-vésiculaire, nous avons assimilés aux cuisses de l'orange, cellules développées circulairement autour d'un axe placentaire, et qui toutes sont propres à reproduire leur type, comme tout autant de germes isolés qui sommeillent, prêtes à s'éveiller, dès que l'air trouvera une issue, pour venir les surprendre dans cette enveloppe. Aussi voit-on les pilosités, après avoir été tranchées sur un point quelconque de leur longueur, continuer leur développement en se bifurquant, et produire ainsi deux et trois poils même sur la souche d'un poil unique. Si l'instrument tranchant intéresse le cuir chevelu, les poils ne se reproduisent plus faute de germe, la cicatrice reste dénudée après sa complète guérison; car le ramuscule nerveux a été atrophié par ce retranchement de la portion active de sa substance; et il ne saurait plus être remplacé par d'autres ramuscules, qui tous se sont dirigés ailleurs, ou qui seraient incapables de se glisser dans les interstices d'une membrane si ancienne en date, laquelle forme un trop puissant obstacle à tout développement.

1867. L'analogie des pilosités avec les autres organes des sens se révèle par la sensibilité qu'elles acquièrent dans des circonstances insolites, sous l'influence d'une crise intestine, ou de l'énergique courant de l'électricité. Les cheveux se dressent sur la tête d'horreur, ils transmettent un sentiment de douleur dans la *plique polonaise*, ils donnent même passage à la vascularité sanguine, et peuvent alors suinter le sang.

1868. Les pilosités animales présentent les mêmes variétés de structure que les pilosités végétales. Les unes sont flexibles et tombantes, les autres s'élèvent perpendiculaires à la surface, les autres se tordent en spirale; différences dont nous avons donné l'explication dans le *Nouveau système de physiologie végétale*, 1837, auquel nous renvoyons le lecteur.

1869. Les cheveux sont des pilosités flexibles et soyeuses, les poils des pilosités lisses, roides et droites; le crin est un poil d'une extrême longueur et flexible; la laine se compose de pilosités qui se tordent en spirale, et se feutrent avec plus de facilité que toutes les autres, à cause des aspérités que le réseau interstitiel des mailles cellulaires (1595) produit sur leur surface. On donne le nom de *jarre* à des pilosités d'une extrême finesse, qui forment un duvet à la base de la laine ou des poils de certaines bêtes à cornes; ces petites pilosités tirent peut-être leur origine des globules répandus autour des taches, ou autour des ampoules que nous avons décrites sur l'épiderme du fœtus de la brebis (1860), pl. 13, fig. 6 et 8.

1870. Les poils deviennent électriques par le frottement, ainsi qu'on le remarque en passant la main sur la peau du chat ou du cheval dans l'obscurité. Ils sont infiniment peu putrescibles, même dans l'eau; et ils survivent indéfiniment, dans le sein de la terre, à la décomposition de toutes les autres parties du cadavre. La machine à Papin (1836) les dissout dans l'eau; mais, d'après Vauquelin, la matière dissoute varie suivant l'élévation de température. La matière grasse forme presque exclusivement la substance organisatrice, dont se remplissent les emboîtements cellulaires du poil. Mais cette huile s'y trouve solidifiée en une espèce de savon, qui fait la base et occasionne la consistance de la corne, par son union intime avec des sels métalliques qui en varient la coloration; et le fer et le manganèse, ces deux puissants générateurs du caméléon végétal, jouent un grand rôle parmi les bases de ces sels.

1871. Vauquelin, le seul chimiste qui ait soumis les poils à l'analyse d'après les procédés de l'ancienne méthode, a cru devoir établir :

1° Que le cheveux noirs renferment une matière animale semblable au *mucus* (*), qui en fait la plus grande partie; une petite quantité d'huile concrète, une autre d'un noir verdâtre (**) et

(*) Le *mucus* signalé par Vauquelin n'est évidemment que le tissu cellulaire des poils, transformé en gélatine par l'action d'une haute température (1846); c'est la charpente organisée du poil.

(**) Ces huiles incolores ou diversement colorées ne sont que la même huile unie ou non à la matière colorante, au caméléon organique.

épaisse comme le bitume, un peu de phosphate de chaux, du carbonate de chaux, de l'oxyde de manganèse ou du fer oxydé *ou* sulfuré; une quantité notable de silice et une quantité plus considérable de soufre.

2° Que les cheveux rouges diffèrent des cheveux noirs, en ce qu'ils contiennent de l'huile rouge, au lieu d'huile d'un noir verdâtre, et moins de fer et de manganèse.

3° Que les cheveux blancs renferment un peu de phosphate de magnésie, et contiennent d'ailleurs les mêmes substances que ceux qui sont noirs ou rouges, moins l'huile colorée.

4° Que les noirs doivent leur couleur à l'huile noire, et probablement au fer sulfuré; les rouges à l'huile rouge, et les blancs à ce qu'ils ne contiennent ni huile colorée, ni fer sulfuré.

Les poils soumis à la distillation sèche (199), fondent, se gonflent, répandent la même odeur que la corne brûlée, s'enflamment, en produisant beaucoup de vapeurs fuligineuses, et laissent un charbon volumineux; ils donnent un quart de leur poids d'huile empyreumatique, une eau chargée d'ammoniaque (*), des gaz combustibles qui renferment du gaz hydrogène sulfuré, d'autant plus abondant que la température est plus élevée.

L'eau chargée d'une petite quantité de potasse caustique, de 4 centièmes par exemple, dissout bien mieux les cheveux que l'eau pure; car la potasse dissolvant les tissus albumineux, met plus facilement à nu toutes les substances emprisonnées dans les cellules de l'organe; l'huile noire imprégnée de fer et de soufre, chez les cheveux noirs; une huile rouge imprégnée de soufre et de fer, chez les cheveux rouges. La potasse étendue d'eau dégage par la chaleur de l'hydrosulfate d'ammoniaque.

Les acides sulfurique et hydrochlorique étendus d'eau, dissolvent les cheveux en se colorant en rose, en se combinant avec le fer oxydé; à moins que la coloration de l'acide hydrochlorique ne soit analogue à celle qu'il exerce sur l'albumine, la fibrine et le gluten (1534), et que la coloration de l'acide sulfurique n'indique un mélange d'albumine et de sucre (1519). L'acide nitrique les jaunit; il les dissout ensuite à l'aide d'une douce chaleur, les transforme en acide oxalique, en acide sulfurique, par l'oxygénation du soufre, en matière amère. Le chlore les blanchit, les ramollit, et les réduit en pâte visqueuse analogue à la térébenthine.

L'alcool bouillant dissout les matières oléagineuses des cheveux; l'huile blanche se dépose, par le refroidissement, sous forme de petites lames brillantes; celle qui est noire ou rouge ne s'en sépare que par l'évaporation; les cheveux rouges soumis quelque temps à ce traitement, deviennent bruns ou d'un châtain foncé.

Les sels de mercure, de plomb, de bismuth, ou leurs oxydes, colorent en noir ou violet foncé les cheveux rouges, châtains et blancs; les chimistes ont vu dans ce phénomène de coloration la production d'un sulfure; mais pourquoi alors les cheveux contracteraient-ils, par la formation d'un sulfure, une coloration entièrement opposée à celle que nous offrent les sulfures dans leur état naturel? pourquoi, par les sels de plomb, ne deviendraient-ils pas jaunes? Nous sommes tenté de voir, dans ces colorations, un phénomène d'oxydation ou de désoxydation de ce caméléon organique, qui forme la base et le générateur de toutes les colorations animales et végétales.

1872. C'est sur la connaissance de ces diverses réactions, qu'on a basé l'art de colorer ou de décolorer artificiellement les cheveux sur une tête vivante, ou plutôt l'explication des phénomènes de coloration ou de décoloration artificielle, dont tous les peuples ont fait un plus ou moins fréquent usage, avant que la chimie ait cherché à s'en rendre raison.

Les Turcs, en effet, pour dépouiller leur chef des cheveux que l'usage du turban rend inutiles et incommodes, les recouvrent d'un mélange d'une partie d'orpiment, et de neuf parties de chaux réduite en poudre, le tout délayé en forme de pâte. L'orpiment et la chaux décomposent le tissu albumineux du poil et en changent l'huile en savon; ils désorganisent la pilosité jusque dans son bulbe reproducteur.

On peut teindre en noir les cheveux blancs ou blonds, et la barbe de même couleur, avec une dissolution éthérée de nitrate d'argent; mais on risque de se noircir en même temps la peau. Pour éviter cet inconvénient, on broie le sel dans de la chaux éteinte, puis cette pâte dans un peu de pommade ou d'huile, avec laquelle on se contente de se frotter les cheveux. On les colore en noir, au moyen d'une pâte composée d'une partie de minium pulvérisé, de quatre parties d'hydrate de chaux, et d'une faible dissolution de potasse caustique; on enduit les cheveux de cette pommade, on se recouvre la tête d'une calotte de taf-

(*) Et par conséquent d'une grande quantité de savon ammoniacal en dissolution.

taffetas ciré, ou de feuilles de chou, pour s'opposer à l'évaporation, ou plutôt pour maintenir le mélange à la température favorable à sa combinaison. Berzélius explique ce résultat d'une manière qui peut être vraie dans un récipient, mais qui ne pourrait que désorganiser et frapper de mort la pilosité, si elle se réalisait dans son sein. D'après lui, il se forme alors une combinaison d'oxyde de plomb et de potasse, ainsi que du carbonate et du tartrate de chaux; la première pénètre bientôt les cheveux, et donne naissance à du sulfite hydrique (hydrogène sulfuré), qui les noircit aussitôt, au moyen du sulfure de plomb produit. Mais alors, pourquoi cherche-t-on vainement à noircir les cheveux, en les mordançant d'abord avec un sel de plomb, puis les traitant par un sulfure alcalin? Berzélius dit que c'est parce que le plomb ne pénètre pas alors dans la substance du cheveu.

On colore aussi les cheveux en noir, avec le brou de la noix, avec certaines décoctions de plantes, procédés bien moins dangereux pour la santé. Mais par l'un ou l'autre procédé, on ne colore que la végétation développée; la coloration ne passe pas jusqu'au germe; et tout ce qui pousse de nouveau reprend sa coloration naturelle; en sorte que tous les huit jours au moins, il faut recommencer la préparation; ce qui est véritablement fâcheux pour nos civilisés, pauvres *porte-perruques*, qui ne se trouvent jamais bien, tels que la nature les a faits; qui, sous Louis XIV, avaient autant horreur des cheveux noirs, que nous avons horreur aujourd'hui des cheveux blancs, et qui, si jamais un de leurs maîtres naît avec des cheveux rouges, se prendront d'une belle passion pour rougir leurs cheveux.

1873. Les poils sont enduits d'une matière savonneuse, qui joue un grand rôle dans le lavage de la laine, sous le nom de *suint de mouton*. La présence de cet enduit s'opposerait au *mordançage* et à la *fixation des couleurs*. Le suint se dépose dans l'eau, dans laquelle on lave à froid les laines, et la fait mousser, comme du savon, dont il a tous les caractères.

En effet, d'après Vauquelin, l'eau chargée de suint se trouble par évaporation, et laisse un résidu sirupeux et brun, dont la saveur est âcre, amère, ayant l'odeur de la laine. L'alcool en dissout une partie, et abandonne, par évaporation, une masse transparente, visqueuse, qui se dissout aisément dans l'eau; c'est une combinaison d'alcali et d'une matière oléagineuse, que les acides précipitent; l'acide sulfurique en dégage de l'acide acétique. Le précipité est fusible, et se fige par le refroidissement, en une matière brune (car elle est altérée par la présence de l'acide) (1138). Elle forme avec la chaux une combinaison soluble, caractère qui la fait considérer comme une graisse *sui generis*, ce qui serait vrai, si elle était une graisse pure de tout mélange, mais ce qui rentre dans la loi ordinaire, en admettant que cette graisse est imprégnée d'un sel, dont l'acide peut former avec la chaux un sel soluble. La portion insoluble dans l'alcool ne se dissout pas non plus en entier dans l'eau, elle fait effervescence avec les acides; c'est le derme de la laine imprégné de savon et d'acétate de chaux. La dissolution aqueuse est brune (car le suint a été altéré par l'action de ses sels soumis à la température par laquelle on l'a fait passer dans ces divers traitements); elle précipite par le chlorure de baryte, par le nitrate d'argent, par le nitrate de fer. L'analyse en est restée là, et véritablement elle ne nous apprend pas grand'chose; ce qui en résulte à nos yeux, c'est que le *suint* n'est que le détritus de la portion corticale du poil, qui a fait son temps et qui se résout, ainsi que toutes les écorces des organes qui végètent; il ne diffère pas autrement du reste de la laine, que le lavage respecte, vu qu'elle continue encore à végéter.

Par le lavage, la laine perd depuis 35 à 45 pour 100 de son poids; les eaux de lavage servent à laver encore mieux la laine; car le savon qu'elles contiennent ajoute une quantité active de plus au savon que la laine non *dessuintée* possède déjà. Le *suint* est un excellent engrais; on a calculé qu'en France nous en aurions assez pour fumer 150,000 hectares.

1874. Piquants du hérisson et du porc-épic. — Ces piquants sont des poils, dont le développement a eu lieu sur une plus grande échelle, et sur le type des tiges et troncs végétaux. C'est-à-dire que dans le sein de la cellule principale, il s'est développé une rangée circulaire d'autres cellules secondaires, qui se sont étendues en longueur, en reproduisant à fur et mesure des cellules de troisième, quatrième, etc., ordre, qui se solidifiaient à leur tour. Aussi quand on coupe un de ces gros poils transversalement, croirait-on avoir sous les yeux une tranche d'une petite tige ligneuse, avec ses couches concentriques et ses rayonnements du centre médullaire à l'écorce (1103). Chaque cellule secondaire se dessine sur l'écorce par une cannelure en relief; mais comme les cellules postérieures en développement ne sauraient parvenir aux mêmes hauteurs que les cel-

lules antérieures, et que partant les cellules quaternaires devront se trouver au-dessous des ternaires, celles-ci au-dessous des secondaires, à l'instant de l'observation, il s'ensuit que le poil ou piquant devra se terminer en une pointe d'autant plus aiguë, que les distances entre toutes ces sommités de développement seront plus grandes.

1875. Il ne faut pas confondre avec ces piquants, les bâtons d'oursins, ossifications calcaires qui n'émanent pas d'un nerf, qui ne sont pas implantées sur l'épiderme, mais sont articulées, par une cavité cotyloïde, sur une tubérosité de l'enveloppe osseuse de l'animal, y tiennent par des ligaments (1803), comme la tête du fémur à l'ischium, et s'y meuvent en pivotant dans tous les sens, par le moyen de muscles. Les bâtons d'oursins sont des os externes, propres aux animaux dont le derme s'est ossifié; ce sont des membres nombreux développés et rangés en spirale, sur une vésicule qui n'était pas destinée à s'en munir symétriquement.

1876. Les piquants du hérisson donnent, à l'analyse, les mêmes produits que les cheveux et les poils. On remarque qu'ils sont incolores et blancs à leur point d'insertion, et d'autant plus colorés ou marbrés qu'ils sont plus espacés, et qu'ils peuvent être plus longtemps en contact avec la lumière; car dans l'obscurité tout s'étiole.

1877. Cornes. — La corne diffère du poil, comme nos grandes végétations ligneuses diffèrent des végétations de basse taille, comme le baobab diffère du romarin. La corne est un poil gigantesque; même nature chimique, même organisation, seulement dimensions différentes. Le canal central du poil devient ici une cavité conique; mais la cavité n'arrive pas jusqu'au bout, pas plus que le canal; car elle n'est que l'emboîtement corné, le dernier en date. On distingue les cornes, 1° en *cornes simples* ou cornes proprement dites, et *cornes ramifiées*, vulgairement *bois* ou *perches*; 2° en cornes vivaces et cornes caduques ou annuelles. Tout le monde sait que les cerfs perdent au bout de l'année leur bois, qui repousse au printemps, et tous les ans avec un *andouiller* ou *cors* de plus. De même que les pilosités, les cornes sont droites, ou tordues en spirale d'une manière plus ou moins prononcée. Sur les cornes simples, on remarque des bourrelets ou anneaux transversaux, dont le nombre augmente d'un chaque année au sommet, en sorte que le dernier formé est toujours à l'extrémité de la pointe; ces cornes sont en quelque sorte, et sous le rapport du développement, analogues aux tiges articulées. Les cornes, comme les poils, sont des végétations émanant du cuir chevelu qui recouvre le crâne, mais qui, à force de se développer en dessous comme en dessus, finissent par adhérer intimement à la substance de l'os lui-même. C'est sur l'os frontal que les cornes sont implantées, et elles sont au nombre de deux, comme l'os frontal est la réunion de deux autres. La théorie du développement spiro-vésiculaire s'applique également au développement des cornes et des poils, et elle est d'autant plus évidente, qu'on suit de plus près l'accroissement journalier de ces végétations animales.

1878. Comme organes, les cornes nous ont paru être des appendices de l'ouïe, des ossifications, dont les vibrations sont propres à saisir à distance les ondes sonores, qui seraient dans le cas d'échapper au cornet de l'oreille; et leur position sur l'os frontal ne saurait fournir une objection de quelque valeur à cette hypothèse; car nous avons vu que les dents, ossifications nerveuses placées à une plus grande distance du rocher que ne le sont les cornes, transmettent les sons du corps que l'on fait vibrer contre leur surface. Aussi, lorsque l'animal fuit, observe-t-on qu'il rejette les cornes en arrière, dans la direction du bruit qui le poursuit, et qu'il maintient ses oreilles parallèlement à ses cornes, tels que deux appareils destinés à fonctionner en faveur de la même perception.

1879. Comme substance chimique, la corne ne diffère par aucun caractère essentiel, dans l'état actuel de la science, des pilosités que nous avons décrites plus haut; et c'est d'elle que nous avons tiré la dénomination générique des autres. Par le râpage ou le frottement, elle répand une odeur désagréable; la saveur en est empyreumatique; à un peu plus de 100°, elle se ramollit sans se décomposer, propriété dont l'industrie a tiré un parti immense pour la fabrication et la moulure de toutes sortes d'ouvrages. A la distillation sèche, elle donne une grande quantité d'une huile fétide et ammoniacale, un peu de carbonate d'ammoniaque libre, très-peu d'eau, enfin un sixième de son poids en un charbon à éclat métallique, provenant de l'enduit phosphorique et phosphaté. Ce charbon laisse à peu près $\frac{1}{200}$ de son poids en cendres, composées principalement de phosphate de chaux et d'un peu de carbonate de chaux, ainsi que de phosphate de soude. L'alcool et l'éther enlèvent, par la macération, à la corne, une certaine quan-



tité de graisse saponifiée acide, dont une portion fluide, et l'autre figée par le refroidissement. Dans l'interprétation des diverses réactions, il ne faut jamais perdre de vue le genre d'influence ou d'obstacle que l'organisation des substances cornées oppose au réactif. On ne s'étonnera pas dès lors de voir que l'acide sulfurique concentré, mis en contact avec les râpures de corne à la température de 14°, ne dissolve rien et ne se colore pas; car les substances grasses sont protégées, contre l'action de l'acide, par des parois que l'acide rend encore plus imperméables, en les privant à son profit de la portion aqueuse qui entre dans leur composition. La portion de l'acide qui, dans le premier contact, a pu pénétrer dans la substance cornée, y reste, par la même raison, emprisonnée, et sert à ramollir la corne, en la désorganisant. Aussi, si on lave la substance après ce traitement, l'eau se charge-t-elle d'une substance grasse, acide, qui précipite tant par le chlorure de mercure que par la noix de galle. L'acide nitrique étendu agit lentement sur la corne et la ramollit à la longue, en la colorant en jaune; au sortir de ce réactif, d'après Hatchett, si l'on plonge les râpures dans l'ammoniaque, celle-ci se colore en rouge jaune, puis rouge de sang, et lorsque la substance cornée est entièrement dissoute, la liqueur devient d'un rouge jaune foncé. L'eau bouillante dissout aussi la substance cornée traitée par l'acide, elle se colore en jaune et se prend en gelée par le refroidissement. Cette gelée se redissout dans l'eau, et se précipite par le tannin. Dans l'acide nitrique concentré, la corne se dissout très-vite, et si on évapore à siccité la solution, la masse détone vers la fin de l'opération, ce qui aurait également lieu en traitant un mélange oléagineux phosphaté, par le même acide et le même procédé. Tout acide qui rend solubles les graisses dans l'eau, la ramollira en plus ou moins de temps, selon son énergie; il en sera de même des alcalis. Hatchett a vu que la substance cornée, épuisée de sa portion graisseuse par la macération dans l'alcool, et séchée, prend, au bout de quelques jours, avec l'acide hydrochlorique, une belle couleur, d'abord violette, puis bleue, sans que l'acide se colore. Ce phénomène, nous l'avons déjà vu se reproduire à l'égard du gluten et de l'albumine (1534); il résulte de l'action de l'acide sur le tissu cellulaire de la corne, qui est albumineux. D'après lui, l'acide nitrique fait passer la coloration bleue au jaune, et l'ammoniaque à l'orangé, exactement encore comme ces deux réactifs agiraient sur un mélange coloré d'albumine et d'acide hydrochlorique. La potasse caustique dégage à chaud de l'ammoniaque de la substance cornée, et finit par la dissoudre en une gelée visqueuse et gluante; elle la noircit en même temps, ainsi que tous les tissus de l'un et de l'autre règne. Nous ne donnerons pas plus d'importance à la discussion des essais chimiques auxquels on a soumis l'étude de la substance cornée; il n'est pas un des caractères assignés à cette substance qui ne s'explique avec succès, en se souvenant qu'on agit sur un mélange organisé de tissus albumineux, de graisse saponifiée, de sulfure de fer et de manganèse, de sels terreux, parmi lesquels le phosphate de chaux et celui d'ammoniaque occupent la principale place.

1880. Ongles, ergots et sabots. — De même que certaines papilles nerveuses parvenues au contact de la lumière à travers la substance de l'os frontal, se développent en cornes, de même les papilles nerveuses parvenues au contact de la lumière à travers les os des extrémités, s'organisent en ossifications cornées, qui prennent le nom d'ongles à l'extrémité des doigts, de *sabots* (chez le cheval), à l'extrémité d'un doigt unique résultant de l'agglutination de plusieurs doigts en un seul; et d'*ergots,* quand cet accroissement a lieu un peu plus haut que l'insertion des doigts des pieds et en arrière (chez le coq). La nature, l'organisation et le développement de ces substances sont les mêmes que sur les cornes frontales; et si les ongles de l'homme et le sabot du cheval affectent une forme générale différente, cela tient à ce que nous nous empressons de nous rogner les ongles, à mesure qu'ils se développent, à ce que le frottement use le sabot chez le cheval sauvage, et que le maréchal le rogne pour le ferrer chez le cheval privé; autrement, chez les animaux sauvages unguiculés, les ongles poussent coniques, et souvent crochus comme des cornes, et deviennent des instruments de défense autant qu'ils servent à donner à la marche de l'aplomb et de la solidité. Les ongles sont sensibles, surtout à leur racine, et au point où ils commencent à rentrer dans la chair; c'est par là, comme chez les cheveux, que leur développement continue; en sorte que les stries d'accroissement les plus anciennes et les premières en date se trouvent toujours à l'extrémité libre de l'organe. Les ongles se colorent et se décolorent par l'influence des mêmes substances qui agissent sur les cheveux (1872). Parmi les ouvriers en cuivre, il n'est pas rare d'en rencontrer, dont les cheveux blonds ou rouges se sont teints, comme leurs ongles, d'une couleur verte

ou bleue, qui est due à l'absorption du cuivre. De même qu'on se sert de peignes de plomb, pour noircir à la longue les cheveux d'un rouge désagréable, de même nous voyons les ongles des ouvriers sur plomb ou sur fer, noircir et conserver cette couleur, jusqu'à ce que, l'ouvrage venant à cesser, l'ongle ait renouvelé toute sa substance, en poussant toute la portion noire au dehors de la région du doigt, pour y être retranchée chaque jour au ciseau (*).

1881. PLUMES ET DUVET. — Les plumes sont des poils ramifiés, comme le bois des cerfs est une corne branchue. Dans l'origine, la plume est une bulbe, qui crève, pour donner jour à la tige, dont les barbilles, simples à cette époque, sont pressées les unes contre les autres, et disposées en spirale autour du sommet. Chacune de ces barbilles est à son tour une tige destinée à se reproduire sur le type qui l'a engendrée, reproduction qui se continuerait à l'infini, si la caducité ne la surprenait à une certaine phase; les rameaux de la dernière formation se montrent à l'œil de l'observateur comme de simples papilles visibles seulement au microscope, où elles jouent le rôle des dents et épines de certaines tiges végétales. Rien ne représente mieux le développement de la plume en miniature, que l'un des stigmates ramifiés des céréales avant la fécondation (pl. 9, fig. 9). Quant au tuyau qui est la tige pour ainsi dire souterraine de la plume, il est facile de voir qu'il se compose d'emboîtements articulés, qui en divisent l'intérieur par tout autant de diaphragmes, comme les tiges végétales que nous nommons articulées. Quant à la disposition des rameaux qui en émanent, il est évident qu'elle se rapporte à la disposition alterne (**), depuis le rameau principal jusqu'aux rameaux extrêmes ou barbilles, tandis que les cornes ramifiées du cerf sont organisés d'après la disposition en spirale.

1882. ÉCAILLES, CALUS ET DURILLONS, CORS AUX PIEDS. — Nous venons d'étudier le développement en longueur des ossifications nerveuses; mais les papilles nerveuses peuvent, comme toute autre végétation, prendre une plus grande extension en largeur qu'en longueur, se développer en plaques et non en tiges, devenir écailles et non poils. Le corps de l'animal est alors revêtu d'une cuirasse, d'une espèce de cotte de mailles, au lieu d'être couvert d'un feutre soyeux; et le derme disparaît sous cette couche d'écailles, comme s'il s'était transformé en os. Le *tatou* est le mammifère chez lequel cette transformation a pris une extension plus considérable, et chez qui les écailles innombrables qui en recouvrent toutes les surfaces, jusqu'à celles des jambes et de la queue, ont conservé une plus grande analogie avec les piquants, par leur forme proéminente et papillaire. Chez les poissons et les sauriens, il n'est pas une surface qui ne se garnisse de ces ossifications nerveuses, lesquelles se recouvrent, comme les tuiles, d'avant en arrière, afin de n'opposer aucune résistance à la locomotion; la tortue, au contraire, est l'animal chez lequel les papilles nerveuses se sont ossifiées en moins grand nombre et sur les plus larges proportions.

1883. Chez les animaux d'un ordre supérieur, le frottement est dans le cas d'imprimer aux papilles nerveuses une impulsion de développement corné; et sur la surface la plus lisse ou la plus velue, on ne tarde pas alors à voir paraître des *calus*, *durillons* ou *cors*, qui offrent tous les caractères de structure, d'origine et de composition chimique, que nous offrent les écailles qui caractérisent en zoologie les animaux ci-dessus. Qui ne connaît, par sa propre expérience, la douloureuse sensibilité d'un cor au pied? Le frottement des chaussures a développé en cet endroit un nouveau sens, une papille nerveuse qui a changé de rôle en s'émoussant, et qui est devenue un organe de torture, d'organe de tact qu'elle était. Il est des cas maladifs, capables de faire subir d'analogues transformations à toutes les papilles nerveuses qui aboutissent au derme, et qui sont dans le cas de couvrir le corps de l'homme de la cuirasse du poisson.

1884. Pour détruire ces végétations, il ne suffit pas de les tailler à mesure qu'elles poussent, il faut les extirper, ou les étouffer dans leur germe. Or plus on tarde, moins cette tâche est facile, parce que le développement qui a lieu dans tous les sens, chez toutes les sortes de végétation, pénètre plus avant de jour en jour au-dessous des couches inférieures du derme; en sorte qu'à la longue on ne saurait se défaire de ces superfétations, qu'au moyen d'une plaie profonde, et le remède serait de la sorte pire que le mal. Com-

(*) C'est pour cette raison que, dans la teinture des laines, il faut avoir grand soin de ne pas employer des mordants ou des substances tinctoriales qui tiennent du plomb en dissolution; car on teindrait en noir en voulant teindre en rose; parce qu'il se produirait un sulfure noir, par la combinaison du plomb du réactif avec le soufre que renferme la laine.

(**) *Nouveau système de physiologie végétale et de botanique*, § 727.



mencez par supprimer la cause, si vous voulez faire disparaître l'effet; cette cause est en dedans ou en dehors; la première provient du trouble de nos fonctions, la seconde d'un frottement prolongé qui est aussi un trouble; celle-ci est plus facile à supprimer que l'autre; mais l'autre étant une ossification nerveuse, comme le rachitisme est une dégénérescence des os, il est permis d'entrevoir que le remède est dans le cas de se trouver dans la substance, qui a la propriété de fournir des éléments réparateurs à la matière nerveuse. Nous n'avons aucun remède à proposer en cas de frottement; la mode est là pour multiplier les calus; les pédicures sont là pour les extirper; il faut que chacun vive de son état; permettez à la coquette Chinoise de jeter son pied dans un autre moule que celui de la nature; et à l'élégant Français de se condamner, de son propre mouvement, à l'une des tortures les plus atroces que 89 ait arrachées à la vindicte de la loi. Allez et souffrez, et souffrez deux fois pour que personne ne s'en aperçoive; ici l'on n'est admis qu'avec des formes qui plaisent, et l'on ne plait qu'avec des formes qui font souffrir. Arrière les sauvages, qui ne connaissent pas l'insigne bonheur d'avoir des cors aux pieds! fi donc de l'homme de peine au contraire qui porte aux mains ce que l'homme de loisir porte aux pieds!

1885. Papilles cornées de la langue. — Les papilles nerveuses de la langue (1638) deviennent cornées chez le chat, et prennent la forme de petits piquants coniques, qui en rendent la surface rude et déchirante au toucher. La finesse de l'odorat rachète, chez ces animaux, ce que peut avoir d'émoussé l'organe ainsi ossifié du goût; aussi ces animaux ne manquent jamais de flairer, avant de porter les dents sur leur nourriture.

1886. Dents. — Si les papilles nerveuses qui arrivent à la surface, à travers les os frontaux, s'ossifient en cornes, et celles qui arrivent à la surface supérieure de la langue, chez certains animaux, s'ossifient en organes cornés, les papilles nerveuses qui arrivent à la surface, à travers les os de la mâchoire, s'ossifient en forme de dents, instruments de mastication encore plus qu'organes de tact, et qui deviennent organes de la plus poignante douleur, quand leurs couches internes, venant à s'altérer et à se décomposer, mettent au contact de l'air, à leur place, les couches plus internes qui n'avaient été destinées qu'à transmettre et non à recevoir les impressions. On dit alors que le nerf est mis à nu; expression impropre qui semblerait signifier que la dent est implantée après coup sur un nerf, qu'elle en est séparée par un diaphragme, tandis qu'elle n'est qu'une expansion ossifiée de ce nerf lui-même.

1887. Les dents se développent comme les ongles et les cornes, poussant devant elles toutes les couches anciennes, qu'elles remplacent par des couches de nouvelle formation, et en sorte que les tissus les plus jeunes se trouvent toujours à la base. L'usure enlève chaque jour une des couches de la sommité; la suivante prend sa place, pour s'user à son tour et être remplacée par une autre, qui de proche en proche s'est façonnée au contact de l'air extérieur. Ainsi la couche la dernière venue, qui serait un organe de torture, si on la mettait à nu tout à coup, ou si la carie l'atteignait d'une manière trop rapide, finit par subir l'influence de l'air et de la lumière, et par supporter impunément les chocs et le frottement, lorsqu'elle est arrivée à la place extrême, après avoir passé par toutes les phases de développement, de même que l'ongle, si sensible à sa racine, se laisse rogner sans douleur à son extrémité. La sommité de ces organes est semblable à l'écorce végétale, couche inerte et de rebut, que l'on déchire sans plaie, et qui tombe sans dénuder le tronc.

1888. La forme extérieure des dents varie selon les espèces animales, et sert même à les caractériser, à défaut de tout autre renseignement. On les divise en canines, incisives, et molaires. Les molaires occupent la portion la plus reculée des mâchoires, celle où celles-ci se rapprochent avec le plus de puissance, et peuvent broyer le plus menu; les incisives, placées sur le devant, tranchent au lieu de broyer; et les canines, espèces de cônes aigus, placées de chaque côté des incisives, servent à accrocher la proie que les incisives doivent hacher en morceaux, qui vont se broyer sous les molaires. Les canines s'allongent en instruments de combat, en *défenses*, chez certains animaux herbivores; elles sont aiguës et dépassent un peu les incisives dans les animaux carnivores; elles sont égales en longueur à toutes les autres, chez les animaux qui ne vivent que d'herbes ou de mets d'avance préparés.

1889. Les dents ne sont pas des organes du goût (1643); mais, par elles-mêmes, elles agissent comme organes de tact, et sont sensibles au froid et à la chaleur, à l'action des alcalis et des acides; elles nous transmettent les impressions de dureté et de mollesse, d'âpreté et de poli, et même les

vibrations des corps sonores qu'on applique contre leur surface, vibrations qui arrivent au rocher, par l'intermédiaire des os de la mâchoire.

1890. Sous le rapport chimique, les dents sont les ossifications nerveuses qui se rapprochent le plus des ossifications musculaires, des os proprement dits. Leur périoste se nomme *émail*. Leur *diploé* ou os dentaire est traversé dans tous les sens par des vaisseaux et des ramifications nerveuses, qu'on ne met jamais à nu impunément. Par la dessiccation, la dent acquiert une grande dureté. Calcinée au feu, l'émail en brunit à peine, et l'os dentaire acquiert à l'intérieur une teinte noire faible; elle répand une odeur ammoniacale et ne perd pas 2 pour 100 de son poids; dans les acides la dent se ramollit. L'émail est une membrane pelliculeuse; l'os dentaire est un tissu cartilagineux moins abondant que chez les os ordinaires; car la membrane est désorganisée pour ainsi dire dans l'émail, écorce plus vieille et caduque, et continue à se développer dans l'os dentaire; elle doit donc être plus fibrineuse dans celui-ci, et plus épidermique, si je puis m'exprimer ainsi, dans l'*émail*.

1891. Berzélius a analysé séparément l'émail et l'os dentaire de l'homme et du bœuf, et il a obtenu les résultats suivants. Chez l'homme :

| | Émail. | Os dentaire. |
|---|---|---|
| Phosphate de chaux avec fluorure de chaux. . . | 88,5 | 64,3 |
| Carbonate de chaux . . | 8,0 | 5,3 |
| Phosphate de magnésie. . | 1,5 | 1,0 |
| Soude et un peu de sel marin. . . . . . . . | 0,0 | 1,4 |
| Membranes brunes tenant à l'os dentaire, alcali, eau. | 2,0 | 0,0 |
| Cartilage et vaisseaux. . | 0,0 | 28,0 |
| | 100,0 | 100,0 |

Chez le bœuf :

| | Émail. | Os dentaire. |
|---|---|---|
| Phosphate de chaux avec fluorure de chaux. . . | 85,0 | 63,15 |
| Carbonate de chaux. . . | 7,1 | 1,38 |
| Phosphate de magnésie. . | 3,0 | 2,07 |
| Soude avec un peu de chlorure de soude. . . . | 1,4 | 2,40 |
| Membranes brunes tenant à l'os dentaire, alcali, eau. | 3,5 | 0,00 |
| Cartilage et vaisseaux. . | 0,0 | 31,00 |
| | 100,0 | 100,00 |

1892. Ce fut Morichini qui, en 1802, trouva le fluorure de chaux dans l'ivoire et les dents fossiles d'éléphant, découverte confirmée par Klaproth; dans des expériences subséquentes, il le signala dans l'émail des dents non fossiles, et Berzélius s'est rangé de son avis. Mais cette opinion n'a été partagée ni par Fourcroy, ni par Wollaston, ni par Brandes. Quant à l'analyse que Berzélius nous a laissée des dents de l'homme et du bœuf, elle ne saurait représenter la composition que des pièces qu'il a eu l'occasion d'étudier; et les proportions en seront toutes différentes, selon qu'on soumettra à l'analyse les dents de l'enfant ou du veau, de l'homme et du bœuf à ses différents âges. Cette vérité découle de l'idée que nous sommes forcés de nous faire de l'organisation et de l'accroissement du système dentaire; ce qui s'accroît, en effet, ne saurait offrir à toutes les époques les mêmes proportions, car autrement il faudrait le supposer stationnaire.

1893. Lassaigne a analysé un plus grand nombre de dents; mais il n'a eu en vue que de constater les proportions de matière organique, de phosphate et de carbonate de chaux. Il évalue la proportion de matière organique, par la calcination, procédé qui ne nous paraît pas propre à fournir des documents invariables, lorsqu'il s'agit d'un tissu aussi compacte et aussi phosphaté que le sont les dents. Quoi qu'il en soit, nous allons transcrire un extrait du tableau qu'il a publié sur ce sujet, dans le *Journal de Pharmacie*, et dans l'*Anatomie comparée* du système dentaire de Rousseau.

| Dents. | Matière organiq. | Phosphate de chaux. | Carbonate de chaux. |
|---|---|---|---|
| D'un enfant d'un jour. | 35 | 51 | 14 |
| D'un enfant de 6 ans. | 28,57 | 60,01 | 11,42 |
| D'un homme adulte . | 29 | 61 | 10 |
| D'un vieillard de 81 ans. . . . . . . . . | 33 | 66 | 1 |
| D'une momie d'Égypte | 29 | 55,5 | 15,5 |
| Dents de devant d'un lapin. . . . . . . . | 31,2 | 59,5 | 9,3 |
| Molaires d'un lapin. . | 28,5 | 63,7 | 7,8 |
| Molaires de rat . . . | 30,6 | 64,1 | 5,3 |
| Molaires de sanglier . | 29,4 | 64 | 6,6 |
| Défenses de sanglier. . | 26,8 | 69 | 4,2 |
| Défenses d'hippopotame. . . . . . . . | 25,1 | 72 | 2,9 |
| Dents de devant du cheval . . . . . . . | 31,8 | 58,2 | 10 |
| Molaires du cheval . . | 29,1 | 62 | 8,9 |

| | Matière organiq. | Phosphate de chaux. | Carbonate de chaux. |
|---|---|---|---|
| Dents de devant du bœuf | 28 | 64 | 8 |
| Dents d'oryctérope | 27,3 | 65,9 | 6,8 |
| Dents de gavial | 30,3 | 61,6 | 8,1 |
| Dents de couleuvre à collier | 30,5 | 66,3 | 3,2 |
| Crochets à venin de vipère | 21 | 73,8 | 5,2 |
| Dents de carpe | 35 | 49 | 16 |
| Dents de requin | 33,5 | 52,6 | 13,9 |

1894. Pepys avait précédé Lassaigne dans ces sortes d'évaluations, et il avait obtenu les résultats suivants :

| | Matière organiq. | Phosphate de chaux. | Carbonate de chaux. | Eau et perte. |
|---|---|---|---|---|
| Premières dents d'enfant | 20,0 | 62,0 | 6,0 | 12 |
| Dents d'un adulte | 20,0 | 64,0 | 6,0 | 10 |
| Racine des dents | 28,0 | 68,0 | 4,0 | 10 |
| Émail des dents | 00,0 | 78,0 | 6,0 | 16 |

1895. Cette divergence dans les résultats démontre évidemment l'insuffisance des méthodes de la chimie, encore plus que ne le feraient tous nos raisonnements. Ainsi, selon les procédés que l'on emploie, le phosphate augmente et le carbonate diminue, et la matière organique passe en partie sur le compte de l'eau, et *vice versâ*. Les chimistes eux-mêmes les plus ardents à défendre la méthode, ne se montrent rien moins que rassurés sur l'exactitude de leurs résultats et sur leur signification. Ainsi, Berzélius qui, dans ses premières publications, avait affecté un chiffre précis au fluate de calcium, et un chiffre qui s'élevait à 2; 2,9; 4,2; 5,69; a cru devoir dans ses analyses ultérieures confondre le fluate avec le phosphate, comme un accessoire à peine digne d'être évalué.

1896. Enfin, ces analyses sont si peu propres à fournir un caractère distinctif des dents, que, sans la forme de l'organe, il n'est pas un chimiste qui osât prononcer, après l'opération, que c'est une dent et non un os qu'on a soumis à son analyse. C'est que réellement, sous le rapport chimique, la dent ne diffère pas de l'os, et que c'est à une étude moins morcelée qu'il faut avoir recours, pour arriver à un résultat philosophique. Il ne faut jamais croire que l'on connaît une chose, et surtout un organe, quand on s'est contenté de l'étudier, même avec le plus grand soin possible, sous un seul de ses rapports.

1897. Applications physiologiques.—Les dents offrent avec les troncs végétaux, une analogie de plus, dans les cas maladifs qui les affectent. Il leur survient des plaies comme aux troncs, une carie qui les ronge de jour en jour. Mais le germe destructeur de ce mal est également local chez la dent et chez le tronc, et si la scie vient à en retrancher le siége, sans atteindre le cœur du développement organisé, celui-ci en est préservé désormais, et la solution de continuité met en rapport avec l'air une surface qui n'en subit aucune funeste influence. La carie serait-elle l'ouvrage d'animalcules chez le système dentaire, comme tout porte à croire qu'elle n'a pas d'autre origine chez les divers systèmes végétaux ? Nous penchons vers cette opinion, sans laquelle le développement progressif de ce mal nous paraît inexplicable; vu qu'une fois déclaré, il résiste à tous les soins de propreté, et que dans tous les cas il ne vient pas du dehors, et ne se fait jour qu'après avoir largement exercé ses ravages dans les portions les plus internes. Nous invitons les observateurs d'en poursuivre l'étude sous ce point de vue. Mais tous les maux de dents ne proviennent pas de la carie; car les dents, expansions nerveuses, sont sensibles, et tout organe vasculaire est susceptible d'inflammation.

SIXIÈME ESPÈCE.

Tissus caducs et épuisés (*); épiderme.

1898. Je désigne sous ce nom toutes les surfaces épidermiques qui ont fait leur temps, et qui tendent à se détacher des tissus qu'elles recouvrent, et au développement desquels elles se sont sacrifiées ; que ces tissus soient en contact immédiat avec l'air extérieur, ou qu'ils soient plongés dans une cavité que l'air puisse pénétrer. Le tissu caduc, dans le premier cas, prend le nom d'*épiderme,* et dans le second cas, celui de *membrane muqueuse ;* dans l'un, il se détache par plaques desséchées et furfuracées; dans l'autre, au contraire, par couches imbibées de liquide

(*) *Premier mémoire sur les tissus de nature animale*, t. IV du Répertoire général d'anatomie, pl. 7, fig. 2, 3; et *deuxième mémoire sur le même sujet, ibid.*, pl. 2, 1827.

et filantes comme du *mucus*. La différence ne provient que du milieu ambiant.

1899. Lorsqu'on observe au microscope un fragment d'épiderme, pris ailleurs que sur les surfaces palmaires ou plantaires, il est facile de comprendre qu'on a sous les yeux un tissu cellulaire épuisé de ses sucs, desséché par le hâle, et réduit aux parois de ses cellules appliquées intimement les unes contre les autres, sans l'intermédiaire d'aucune substance organisatrice. On distingue les lignes de démarcation des grandes cellules entres elles; et celles-ci apparaissent comme des compartiments d'une mosaïque, comme des pièces de marqueterie à contours irréguliers, et sur l'aire desquelles on observe çà et là des granulations distantes ou rapprochées, qui, à cause de leur forme lenticulaire, paraissent plus brillantes que le reste du tissu. Ce sont ces points que Leeuwenhoeck a pris pour des pores, illusion que tous les anatomistes ont consignée, d'après lui, dans leurs ouvrages, comme une opinion qui n'a plus besoin d'être soumise à la discussion. Mais ces granulations, qui étaient des pores pour Leeuwenhoeck, sont devenues plus tard, pour d'autres observateurs de l'école académique, les éléments globulaires des membranes, les grains du chapelet qui, d'après eux (1554), aurait formé la fibre élémentaire ; et ceux-ci ne se sont pas plus aperçus que les autres du double emploi de ces granulations. Espérons qu'aujourd'hui que l'opinion publique a la prétention d'en savoir un peu plus long et d'y voir un peu plus clair que nos sociétés savantes, les compilateurs universitaires ne s'amuseront plus à viser au merveilleux, en nous répétant combien Leeuwenhoeck a compté de pores sur un pouce carré d'épiderme ; ni combien de granules nos physiologistes ont comptés sur une fibre d'un millimètre de longueur; nous avons suffisamment appris à réduire ces assertions à la valeur d'une illusion préconçue (1555).

1900. Quoi qu'il en soit, si l'épiderme est un tissu épuisé de ses sucs, il ne peut être qu'un tissu vieilli et caduc, un tissu inerte et de rebut, qui cède peu à peu au développement des tissus qui lui succèdent, s'exfolie sous l'effort, et tend à se détacher de la surface, pour céder la place aux tissus qui lui ont succédé, et qui doivent s'épuiser à leur tour et tomber comme lui. Ainsi chaque jour l'épiderme des animaux se détache par parcelles, comme le tronc des végétaux; l'animal, comme le végétal, se régénère au dedans et au dehors, toujours jeune au centre, toujours vieux à la surface. Les débris épidermiques qui subissent cette loi forment cette petite poussière furfuracée, dont se recouvrent les surfaces du corps qui sont en contact permanent avec la lumière, quand on néglige les soins ordinaires de propreté; sur toutes les autres surfaces, que nos habits tiennent constamment plongées dans l'obscurité, et qui se trouvent ainsi enveloppées d'une atmosphère humide, l'épiderme s'imprégnant de sueur, et subissant un commencement de décomposition, s'enlève sous forme d'une crasse noirâtre, grasse, qui se laisse rouler entre les doigts, et qui perd sa consistance dans l'eau.

1901. D'après ce que nous avons établi relativement à l'origine et à la structure des poils (1866), on s'expliquera clairement comment il se fait que les poils qui hérissent certaines surfaces de notre corps, ne tombent pas chaque jour avec l'épiderme. Les poils sont des extrémités de rameaux, et non des appendices de l'épiderme ou du derme; de même que les rameaux d'un arbre ne se détachent pas avec l'écorce, de même les poils et autres substances cornées persistent, alors que la couche qui les entoure à la base se dessèche et tombe au dehors; la caducité des poils, cornes et plumes est annuelle.

1902. Les couches inférieures à l'*épiderme* et qui forment l'enveloppe générale des corps, constituent le DERME, tissu cellulaire infiltré d'albumine et de graisse, et traversé par les innombrables ramuscules nerveux qui se rendent au dehors. Chez certains animaux, l'accroissement du derme se fait sur des dimensions considérables, et ses mailles s'infiltrent de graisse liquide, qui protége les organes par un approvisionnement susceptible de se sacrifier à une élaboration plus énergique, et à un développement plus rapide des organes intérieurs. Le derme des animaux est, dans ce cas, l'analogue de l'enveloppe périspermatique des graines végétales et de l'aubier du tronc, tel que nous l'avons défini dans le *Nouveau système de physiologie végétale*.

1903. L'épiderme se comporte avec les réactifs comme tout tissu cellulaire vieilli et desséché, c'est-à-dire comme l'albumine organisée et qui a perdu sa solubilité dans l'eau (1505). Toutes choses égales d'ailleurs, l'épiderme donnera donc plus de cendres que tout autre tissu qui élabore et qui vit.

1904. Si l'on pouvait détacher d'une seule pièce l'épiderme qui recouvre le cuir chevelu, on l'obtiendrait sous forme d'un crible, dont les trous ne seraient autres que les espaces que traversent les poils.

1905. Nous venons de voir que l'épiderme s'exfolie sous deux aspects physiques différents, selon qu'il appartient à des surfaces exposées constamment au hâle, ou à des surfaces plongées constamment dans une humide obscurité par nos vêtements. Les membranes muqueuses qui sont non-seulement plongées dans l'obscurité, mais humectées des liquides que sécrètent les glandes, ou qu'élabore la nutrition, doivent avoir un genre d'exfoliation qui leur est propre, et qui se modifie dans chaque milieu; mais ce qui est constant par l'observation directe, c'est que les muqueuses s'exfolient régulièrement et jour par jour; qu'elles sont caduques chaque jour par leur couche la plus externe; qu'elles tombent après s'être sacrifiées aux dépens des couches plus internes, et sous ce rapport, leurs exfoliations ne diffèrent de l'*épiderme* proprement dit, qu'en ce que, chez elles, le tissu cellulaire ne se dessèche pas en s'épuisant, qu'il conserve sa mollesse en se détachant, et reste imprégné d'eau en se dépouillant de ses substances organisatrices.

1906. Que l'on examine au microscope la salive le matin à jeun, on y observera une quantité considérable de cellules aplaties, isolées ou réunies quatre ou cinq ensemble, et qui auront l'air de tout autant de petites écailles furfuracées (pl. 11, fig. 6, *b, c, d*). Pour s'assurer que ces débris proviennent de la couche externe des surfaces buccales, qu'on détache avec les dents un lambeau de ces parois, ce qui se fait sans occasionner la moindre douleur, et qu'on l'examine au même grossissement du microscope, et on verra clairement que ceux de la première observation (*b, c, d*) ne sont que les éléments désagrégés du tissu de la seconde (*a*); donc chaque jour les parois buccales se dépouillent de leur surface externe, qui se désagrège pour se confondre avec la salive, et être rejetée au dehors par l'expectoration. Dans un cas d'inflammation, cette excoriation a lieu d'une manière plus profonde, et l'on sent se détacher de larges lambeaux de ce tissu; cela arrive encore fréquemment aux personnes qui ne peuvent dormir que la bouche béante; car, dans ce cas, les parois buccales se dessèchent, et leur excoriation a lieu avec toutes les modifications de l'excoriation épidermique.

1907. Il en est de même de la surface des fosses nasales, qui est rejetée au dehors, pétrie avec les sels et les liquides de la sécrétion pituitaire, et qui offre alors la consistance ductile du gluten, de même que l'épiderme qui s'excorie imprégné de sueur.

1908. Quant aux surfaces intestinales, on n'a qu'à étudier les fèces de divers animaux, pour s'assurer qu'elles se divisent en petites pelotes, variables de formes et de dimensions, selon l'espèce d'animal, mais toujours revêtues d'une pellicule membraneuse très-visible sur la fiente humaine, sur celle des moutons, etc. Cette membrane joue le rôle d'une cellule qui aurait élaboré dans son sein la substance durcie de l'excrément. Étudiée au microscope isolée et lavée, on y rencontre fréquemment, non-seulement des traces de vaisseaux sanguins, mais encore celles des plaques de Peyer, sur lesquelles nous allons revenir dans l'alinéa suivant. Il serait impossible de méconnaître à ces caractères un fragment de la muqueuse qui tapisse les intestins.

1909. La surface intestinale est hérissée de petites anses vasculaires, qui imitent assez bien la forme des anses branchiales de certains animaux aquatiques (pl. 8, fig. 4), et qui paraissent remplir ici des fonctions analogues, en aspirant dans le bol alimentaire, les sucs favorables à la nutrition et à la circulation. Mais l'analogie devient incontestable, lorsqu'on soumet à l'inspection microscopique la surface intestinale du fœtus humain; on la trouve alors hérissée de villosités jaunâtres, cotonneuses à l'œil nu, et qui, au microscope, offrent la même structure et les mêmes ramifications que les villosités vasculaires dont le feutrage forme le *placenta humain* (pl. 13, fig. 5). Ce sont donc des organes aspiratoires. Mais dès que l'enfant vient au jour et qu'il digère, ces villosités se détachent et s'écoulent avec le méconium, déchirées qu'elles sont par le passage de fèces solides, et elles sont remplacées par les anses plus consistantes qui les supportent, et que l'anatomie, à l'œil nu, désigne sous le nom de plaques de Peyer. Ni l'anatomie ni la chimie n'avaient tenu compte des premières, qui ont passé certainement, dans la dissection et l'analyse, sur le compte du *méconium*. La fig. 4, pl. 11, représente un fragment de ce tissu pris sur l'intestin d'un enfant venu à terme; la fig. 5 en représente une sommité de rameau, prise sur un fœtus de trois mois, époque où les villosités sont si abondantes et si feutrées, que le canal intestinal en est presque obstrué. On voit que chacune de leurs anses (*a*) est bordée d'un canal vasculaire, exactement comme le sont les anses des branchies de la jeune salamandre aquatique, dont une est représentée pl. 18, fig. 4 (1950).

1920. En nous occupant des tissus embryonnaires, nous aurons à parler des caduques de l'*utérus* et du *chorion*, qui ne sont que des excoriations de ce genre.

1921. Nous avons dit que l'épiderme du cuir chevelu, si, par suite d'une macération ou d'une ébullition suffisante, on pouvait le détacher d'une seule pièce, s'offrirait comme une membrane criblée de pores qui seraient produits par le passage des poils à travers ce caduc tissu. Le même effet doit se produire sur les surfaces muqueuses, où les extrémités des ramuscules nerveux s'arrêtent aux dimensions de petites papilles, au lieu de continuer leur développement sous forme de poils. Tel est l'organe de la langue, spécialement chez le bœuf. Par l'ébullition, on peut obtenir d'une pièce et à un état très-consistant, l'épiderme qui, à l'état de vie, s'excorie d'une manière moins palpable et avec de moindres épaisseurs. L'épiderme forme alors un réseau de mailles, dans chacune desquelles pénétrait auparavant une papille.

SEPTIÈME ESPÈCE.

Tissus respiratoires.

1922. Le *tissu respiratoire* est un *tissu cellulaire* (1590, 1103) chargé exclusivement de soutirer à l'air ou à l'eau ordinaire, l'oxygène destiné à l'oxygénation du sang. Je diviserai cette espèce en deux sections : en *tissus des organes respiratoires aquatiques*, et *tissus des organes respiratoires aériens*.

## § 1. *Tissus respiratoires aquatiques.*

1923. Les animaux microscopiques d'une certaine dimension, les tentacules de l'alcyonelle (*), etc., présentent un phénomène curieux et dont l'explication classique ne m'avait jamais paru satisfaisante. Certaines de leurs surfaces se couvrent de petits cils infiniment transparents, et exécutant des mouvements si rapides en général, que l'œil ne peut les fixer une fraction de seconde. Tels sont les cils que j'ai représentés, bien grossièrement sans doute, sur les bords de la surface antérieure d'une vorticelle simple (pl. 8, fig. 5, *b, c, c''*).

1924. Depuis longtemps leur aspect, leurs mouvements apparents, ainsi que les mouvements que leur jeu semblait déterminer dans le liquide, m'avaient fait naître des doutes violents sur la nature et sur le rôle de ces *cils*, désignés par les auteurs sous le nom de *cils vibratiles*.

1° Ces cils ne peuvent jamais être observés à l'état de repos ; et, à l'état de mouvement, leur aspect diffère tant des véritables cils, qu'il serait impossible au burin et même au pinceau d'en donner une juste idée, et que rien n'est plus inexact que de les dessiner comme des lignes noires et droites, ainsi que Muller et les autres auteurs se sont contentés de le faire, sans avertir les lecteurs de l'infidélité forcée de leurs figures.

2° Ces cils changent à chaque instant d'aspect, d'intensité, de formes ; ils disparaissent et reparaissent sans qu'on puisse voir d'où ils partent et où ils se cachent ; ils disparaissent même quelquefois par la base, tandis qu'on aperçoit encore le sommet, qui se tient alors à une certaine distance de la surface de l'animal.

3° Ces cils se dégradent souvent peu à peu, en ondulations analogues à celles que produisent à l'œil les émanations qui s'élèvent de la terre, sous l'influence des premiers rayons du printemps.

4° Il paraît certain que les *infusoires* ou *animaux microscopiques* (**) n'exécutent leurs mouvements de natation, qu'à l'aide du jeu de ces prétendus cils. En effet, le *rotifère* (pl. 19, fig. 1) ne nage jamais sans agiter les cils de ses deux roues fabuleuses (*rr*) (***), et s'il reste en repos, tout en les faisant vibrer, c'est qu'il s'est attaché à une surface immobile, par le trident de la queue (*q*) qui lui sert de ventouse. Si les cils cessent leur mouvement, aussitôt il s'arrête, se contracte, même brusquement au milieu de la direction la plus rapide (fig. 3, 4) ; et lorsque, revenu de sa frayeur, il prend le parti de sortir de lui-même, il s'attache alors au porte-objet et n'avance plus qu'à la manière des *chenilles géomètres* (5). Les deux roues du *rotifère* sont donc deux organes qui servent à la natation. Or, en supposant ces deux roues hérissées, sur leur circonférence, de cils vibratiles et décrivant toutes les deux des mouvements de *va-et-vient*, il arriverait que, si l'animal ne reculait pas en vertu de ces mouvements, il devrait du moins rester stationnaire, à peu près comme resterait une

(*) Voyez la deuxième partie de mon travail sur l'histoire naturelle de l'alcyonelle, 62, tom. IV des *Mém. du Muséum d'hist. natur. de Paris*.

(**) L'une et l'autre dénomination n'indique que des caractères de convention. Ce grand groupe d'êtres animés appelle une nouvelle étude, poursuivie d'après d'autres principes. Ces animaux possèdent une organisation bien plus compliquée qu'on ne l'avait d'abord pensé (1576).

(***) Ces deux roues ne sont qu'un *fer à cheval* analogue à celui de l'alcyonelle, mais privé de tentacules; sous certains points de vue, les deux branches du *fer à cheval* simulent deux roues.

barque, dont la proue serait armée de chaque côté d'une roue mobile, hérissée sur sa circonférence de cils horizontaux, et se mouvant autour d'un axe parallèle à la quille.

5° On remarque souvent, surtout lorsque l'eau du porte-objet commence à s'évaporer, que le corps entier de certains infusoires (les *kolpodes*, etc.) se couvre de cils nouveaux, lesquels forment, avec la surface qui les supporte, des angles, dont l'ouverture regarde le point où se dirige l'animal, en sorte que, dans ce cas, l'animal s'avancerait exactement par un mécanisme qui ferait reculer le poisson, puisque les cils de la locomotion seraient disposés dans le sens inverse des nageoires.

6° Toutes les fois qu'une surface offre de pareils cils, on voit qu'elle détermine dans l'eau des mouvements que l'action de cils vibratiles ne serait jamais capable de déterminer; car les corpuscules suspendus dans l'eau sont attirés de loin par la surface hérissée de cils, et ils sont repoussés, quand ils se trouvent à la hauteur de ces cils; tels sont ceux (*c*) du brachion (pl. 19, fig. 6).

7° Les cils non illusoires se montrent surtout par le repos et après la mort de l'animal. Ceux du brachion (fig. 6) restent visibles, même dans l'ammoniaque, alors que les autres cils, qui sont les cils vibratiles chez cet animal, se sont évanouis par le repos et par la mort.

8° Enfin, si les mouvements imprimés à l'eau devaient être attribués à l'action des cils en vibration, ces mouvements supposeraient une vibration si active, que, par le fait, on ne devrait distinguer aucun cil, ce qui est loin d'avoir lieu; car non-seulement on les distingue, mais encore on peut étudier leurs effets.

1925. Toutes ces raisons soumises mille fois au jugement des yeux du corps, qui, dans cette circonstance, sont peut-être plus compétents que ceux de l'esprit, m'avaient fait repousser comme inadmissible l'existence des cils vibratiles, dont les micrographes ont hérissé certains organes des infusoires.

1926. Mes doutes se changèrent en certitude, lorsque le hasard m'eut fait placer, sur le porte-objet du microscope, un bord de branchie de *moule de rivière* vivante (pl. 7, fig. 16), pour en étudier la structure intime : non-seulement les bords (*c*) se couvraient de ces cils scintillants, et faisaient tourbillonner l'eau, de la même manière que les cils des infusoires; mais encore on voyait chacun des lambeaux informes, provenant du déchirement des branchies (*m*), exécuter des mouvements rotatoires avec une étonnante rapidité, et se couvrir de cils sur tous les points de la surface qui attirait les corpuscules suspendus dans le liquide; cette surface simulait alors la partie antérieure du corps. Chacun de ces lambeaux fonctionnait pendant vingt-quatre heures au mois d'août, époque à laquelle j'eus lieu de me livrer à ces curieuses observations. Je déchirai ensuite sous mes yeux, à l'aide de deux pointes, ce fragment de branchies, et aussitôt chacun des débris que j'avais détachés (fig. 17-21) décrivit des mouvements gyratoires, en se couvrant de cils, et attirait par sa surface ciliée les corpuscules flottants sur l'eau; on aurait dit, en pareil cas, que la pointe microscopique était la baguette magique, qui donne la vie à tout ce qu'elle touche, et ressuscite tout ce qui est mort; car en un instant le porte-objet se couvrit d'une nuée de lambeaux d'abord informes, qui s'arrondissaient ensuite plus ou moins, variant à l'infini de diamètre et de configuration, et qui tournaient sans cesse en accélérant et ralentissant leurs mouvements sans aucune règle.

1927. Cette découverte était trop importante à mes yeux pour la laisser stérile comme un fait isolé; aussi ne tardai-je pas à m'assurer que les palpes labiales des mêmes moules de rivière sont douées des mêmes propriétés, mais que le manteau (1809) et la partie marginale du pied en donnent à peine des signes. Je n'eus qu'à enfoncer la pointe de mon scalpel dans l'ovaire, pour apporter sur mon porte-objet, avec une foule d'œufs à divers états de développement, une foule plus considérable encore de lambeaux mouvants, absolument analogues à ceux que j'avais obtenus par le déchirement des branchies (1926).

1928. Je coupai une des quarante-cinq à soixante tentacules de l'alcyonelle de nos étangs (pl. 7, fig. 22); non-seulement elle dégorgea des grumeaux qui s'animèrent comme d'un mouvement spontané, et se couvrirent de cils vibratiles; mais encore le fragment de tentacule continuant à se hérisser de cils, se mit à se rouler, à se tordre et se détordre, et à pirouetter sur lui-même pendant des heures entières. Je venais de produire un ver parasite du genre de celui que Laurillard avait cru trouver sur l'*octopus granulatus* (1635*); et un observateur que je n'aurais pas averti du stratagème, aurait été porté, par les mêmes raisons, à l'inscrire sous un nom particulier dans le catalogue des *helminthes* qui dévorent les bras des céphalopodes.

1929. Les branchies (collerette) des *grands*

*buccins* aquatiques de nos étangs (*Lymnæus stagnalis*, Lamk.), des *nérites vivipares* de la Seine (*Paludina vivipara*, Lamk.), m'offrirent les mêmes résultats; le pied, les tentacules, la tête des mêmes mollusques, à l'état adulte, ne m'en donnèrent pas les moindres signes.

Mais les jeunes nérites, extraites du corps de leur mère, et encore enfermées dans l'*albumen*, se couvraient de cils vibratiles sur toute la surface qui se montrait hors de leur petite coquille, et même sur leurs tentacules; en un mot tout leur corps en cette circonstance était branchie; et, pendant tout le temps que leurs surfaces se couvraient de cils, le corps décrivait un mouvement gyratoire.

1930. Je n'ai rien pu observer d'analogue ni sur nos *helix pomatia*, ni sur les tentacules des hydres (*polype d'eau douce*), ni sur la partie extérieure des stigmates des larves d'insectes qui vivent dans l'eau, ni sur les poumons des grenouilles, ni même sur les papilles branchiales de nos poissons. Cependant les branchies des jeunes salamandres, animaux qui, comme les grenouilles, sont doués de la double respiration branchiale et pulmonaire, ces branchies (pl. 8, fig. 4) (*), dis-je, m'offrirent la moitié du phénomène; car on distingue une circulation évidente dans chacune de ces papilles; des globules ovoïdes et d'une assez grande dimension (*a*) se poussent et défilent dans les canaux vasculaires. Mais en même temps on voit que les corpuscules suspendus dans le liquide ambiant, sont attirés de très-loin par la surface vasculaire, et que, sans se couvrir d'aucun cil, celle-ci leur fait décrire une espèce de *remous* (*b*), comme le fait l'organe de la vorticelle (1923).

1931. Comme tous les phénomènes du jeu des organes, qu'on décrivait hérissés de cils chez les microscopiques, se représentaient, avec toutes leurs circonstances, non-seulement sur la surface des organes de la respiration des mollusques, mais encore sur chacun des lambeaux obtenus par le déchirement de leur substance, une certaine prévision me portait à ne voir dans les cils vibratiles que des traînées d'une substance, ou aspirée, ou expirée, mais du moins d'une densité différente, et par conséquent d'un pouvoir réfringent différent de celui du milieu ambiant; enfin, dans l'organe qui se hérissait de cils, je ne voyais qu'un organe respiratoire. A la faveur de cette hypothèse, toutes les anomalies que j'ai signalées plus haut (1924) s'expliquaient de la manière la plus naturelle. Or, voici par quelle série d'observations, d'inductions et d'expériences, je suis parvenu, je le pense, à une complète démonstration.

1932. On trouve au mois d'octobre, dans certains étangs, et spécialement aux environs de Paris, dans l'étang du Plessis-Piquet, de grosses vorticelles isolées, d'un quart de millimètre de long (pl. 8, fig. 5); qui se plaisent à se fixer, par leur base (*e*), contre la surface du porte-objet, et se tiennent ainsi pendant longtemps épanouies. Il est facile alors d'examiner à fond le phénomène qui nous occupe. Car les corpuscules suspendus dans le liquide sont attirés de très-loin, et quelquefois de tous les points de la sphère liquide, au centre de laquelle est placé l'animal, vers sa surface antérieure (*a*); mais lorsqu'un de ces corpuscules se trouve à la hauteur d'un cil vibratile (*c*), on le voit repoussé subitement et comme par une commotion électrique, en décrivant une courbe; ramené ensuite par une autre courbe qui complète le cercle, vers le même cil, on le voit de nouveau repoussé, et ainsi de suite pour tous les corpuscules qui arrivent à ce point; en sorte que de chaque côté de l'animal on remarque deux tourbillons dessinés par la marche des corpuscules, et d'un effet très-agréable. La direction de ces tourbillons dépend de la direction des cils eux-mêmes; car lorsqu'un corpuscule se présente au cil (*c'*), on conçoit que la tangente de la courbe à décrire doit être à peu près parallèle au corps de l'animal, et qu'alors le corpuscule semble obéir au mouvement imprimé aux corpuscules qu'attire la surface aspirante; enfin la direction de ces corpuscules varie à chaque inflexion que la vorticelle donne à son corps (**); mais ce qu'il est important de ne pas perdre de vue, c'est que la surface antérieure de l'animal, qui est circulaire et perpendiculaire à l'axe du corps, ne se couvre jamais de cils, et que c'est elle qui attire exclusivement les corpuscules suspendus dans l'eau, tandis que le bourrelet qui entoure cette surface se couvre seul des cils qui repoussent les corpuscules. Je nommerai donc la surface antérieure surface *aspirante*, et le bourrelet surface *expi-*

(*) J'ai représenté une papille de protée (*Proteus anguinus*), pl. 11, fig. 2, à un fort grossissement, pour donner une idée de la structure vasculaire de ces organes. L'animal était conservé dans l'alcool.

(**) Observez que l'attraction seule du liquide par la surface antérieure, suffirait pour opérer, sur les côtés de l'animal, deux *remons* prononcés, vu que le courant doit toujours prendre la résultante de l'impulsion qu'il reçoit et de la résistance qu'il éprouve.

*rante;* et je suis dès à présent en droit de regarder les cils (*b*) comme des indices d'une *expiration*, dont il ne s'agit plus que de déterminer la nature.

1933. J'ai démontré, plus haut (1924), que ces cils ne pouvaient pas être des organes vibratiles; d'un autre côté ils n'étaient point des traînées d'air *expiré*, puisque l'air *expiré* se serait rassemblé en bulles très-visibles au microscope (576), soit autour du corps, soit à la surface de l'eau; or le liquide n'offrait jamais, pendant cette observation, la moindre bulle gazeuse. Mais il était évident que la surface *aspirante* n'attirait les corpuscules qu'en aspirant l'eau; il était donc évident que l'animal, par une surface quelconque, devait expirer cette eau en partie ou en totalité, et cela soit à l'état de vapeur soit à l'état liquide; de même que l'air aspiré par les poumons est expiré, après avoir été dépouillé de quelques-uns de ses principes. L'expérience suivante me servit à déterminer la valeur de cette double explication.

1934. Soient deux tubes de verre de la longueur du tube du microscope, recourbés vers leur portion inférieure, et effilés à la lampe par leurs extrémités inférieures, qui viennent se réunir dans l'eau d'un verre de montre, au foyer de l'objectif. Il faut que leurs extrémités supérieures soient éloignées l'une de l'autre, de manière que l'observateur, ayant l'œil à l'oculaire, puisse en même temps les saisir alternativement de la bouche. Si l'on a eu soin de répandre dans l'eau du verre de montre des petits granules de fécule, et qu'on aspire l'eau par un des tubes, on voit les granules se porter, de tous les points du verre de montre, vers l'extrémité aspirante, comme vers un centre; ce qui doit être, d'après les lois hydrauliques. Mais si l'on abandonne à lui-même le tube aspirateur, pour aspirer par l'autre, l'identité des mouvements imprimés aux corpuscules par ce jeu factice, avec les mouvements imprimés par les organes microscopiques (1924), devient de toute évidence; car en même temps que les corpuscules se portent vers le tube aspirant, on en voit d'autres rencontrer le courant du tube devenu expirant par l'écoulement de l'eau qu'il contient; tout à coup ces corpuscules éprouvent une commotion électrique qui les lance loin de là par une courbe, qu'ils complètent ensuite, comme s'ils étaient ramenés par la force de l'aspiration de l'autre tube. Enfin, si, au lieu de deux tubes, on en dispose trois, dont le médian *aspirant* et les deux extrêmes *expirants*, on produit mécaniquement tous les phénomènes que j'ai dessinés d'après le jeu *respiratoire* de la vorticelle (pl. 8, fig. 5).

1935. Le mécanisme de tous ces mouvements devient donc irrécusable; mais la nature de la substance *expirée* reste encore indéterminée; car dans ces expériences on ne reproduit aucun *cil vibratile*. Or les expériences suivantes servent à déterminer cette inconnue.

1936. Si l'on fait passer à travers l'un des tubes, soit de l'eau chargée d'un sel, tandis que le verre de montre renferme de l'eau distillée, soit de l'eau distillée, et de l'eau purgée d'air par l'ébullition à travers de l'eau ordinaire, on ne voit jamais au bout du tube la moindre apparence d'un *cil*. Si l'on fait passer un courant de vapeurs d'eau à travers l'extrémité du tube, et cela en adaptant à son extrémité supérieure un ballon plein d'eau que l'on porte à l'ébullition, le courant de vapeur, bien distinct il est vrai du liquide ambiant, ne se présente pourtant à l'œil que comme un faisceau nuageux de bulles qui se rendent rapidement à la surface du liquide, tandis que les cils ont quelque chose de moelleux et d'ondoyant que les mots ne sauraient exprimer. Mais si l'on fait passer, à travers le tube, de l'eau élevée à la température de 45°, celle du verre de montre étant à 17°, tout à coup l'extrémité effilée du tube offre un cône très-prolongé, ombré sur ses deux bords, et représentant, avec la ressemblance la plus parfaite, un cil vibratile des *microscopiques,* et cela pendant un espace de temps assez considérable, pour permettre de croire que le rapport de 45 à 17 a considérablement diminué par le mélange des deux liquides.

1937. Les exemples de pareils phénomènes se reproduisirent ensuite à mes yeux, sur une foule de substances les moins organisées, et mises en contact avec des réactifs destructeurs de tout mouvement animé.

Jetez sur l'eau du porte-objet du microscope, de petites parcelles de camphre solide, vous les verrez tournoyer sur elles-mêmes, et se couvrir, sur la partie qui est la postérieure sous le rapport du mouvement, se couvrir, dis-je, d'ondulations absolument semblables à celles qui remplacent quelquefois le jeu des cils sur le pourtour de la vorticelle (pl. 8, fig. 5). Ici les ondulations ne sauraient évidemment provenir que des émanations du camphre qui se vaporise, émanations qui, en passant à travers l'eau ou l'air, doivent d'un côté scintiller à cause de leur différence de réfraction, et de l'autre doivent mettre en mouvement le fragment de camphre d'où elles sortent, à cause de la résistance que l'air oppose à leur dégagement, et de la réaction que ce refoulement

momentané doit produire sur un corps flottant à la surface du liquide. Car si la vapeur d'eau déplace le piston, avec toute la puissance de la compression qu'elle éprouve, pourquoi la vapeur de camphre, qui tend à déplacer l'air, ne déplacerait-elle pas le corps qui résiste moins que l'air à ses efforts (*)? Aussi voit-on les mouvements des petits morceaux de camphre varier autant que le nombre de facettes qui en limitent la périphérie, et suivre toujours la résultante de toutes les impulsions subies par chacune de ces facettes, observation dans laquelle il faut aussi tenir compte des différences que chaque région du fragment peut présenter, sous le rapport de la volatilité de sa substance; car le camphre est d'autant moins volatil, qu'il a été plus longtemps exposé à l'air.

1938. Placez un fragment de périsperme de maïs dans l'acide sulfurique, au foyer du microscope, vous le verrez changer peu à peu sa couleur jaune en une belle couleur purpurine (pl. 9, fig. 7): mais tout à coup ce fragment se meut dans le liquide, va, revient, tournoie sur lui-même, s'il n'est pas d'un trop fort calibre, ou bien s'attache au porte-objet, s'il est trop lourd; et de là il met le liquide ambiant en mouvement, comme le ferait la vorticelle (pl. 8, fig. 5), ou le lambeau de branchie de la moule de rivière (1926). De temps à autre, il se détache de sa substance des gouttelettes, qui s'étirent et s'effilent (*a*), et finissent par s'échapper dans le liquide, emportées par le torrent de la circulation ambiante. D'autres fois les bords se hérissent de petits cils qui scintillent, jouent exactement comme les cils vibratiles (1924) des microscopiques, se tiennent à une certaine distance du corps, le bordent comme une auréole vibrante; enfin, on voit des petites traînées qui disparaissent à une certaine distance du fragment, pour aller reparaître plus loin en globules (*b*). Et pour rendre l'analogie plus complète, tous ces globules, détachés de la masse, sont entraînés par une espèce de *remous*; attirés et repoussés alternativement, ils décrivent en se mouvant un cercle (*c*), comme s'ils se trouvaient à la hauteur de l'organe respiratoire des microscopiques, et cela pendant un espace de temps assez considérable pour produire l'illusion la plus complète.

1939. Le périsperme de maïs n'était évidemment redevable de ces mouvements qu'à l'huile et au sucre qui l'imprègnent; aussi n'eus-je qu'à placer une gouttelette d'huile ordinaire dans de l'acide sulfurique, au porte-objet du microscope, pour avoir sous les yeux les mêmes effets et le même spectacle. Il en sera de même, si vous placez un fragment de sucre cristallisé dans l'acide sulfurique ou dans l'alcool; il y semblera se couvrir de cils ondoyants et vibratiles, et se mettre en mouvement, si par sa légèreté il est capable de se maintenir à la surface du liquide. Un fragment de graisse dans l'éther emprisonné dans la cavité de deux lames de verre (485), offre les mêmes résultats; mais ce sont surtout les cristaux effervescents (pl. 8, fig. 12), qui les réalisent de la manière la plus pittoresque. Chaque bulle qui se dégage d'eux, les fait reculer et pirouetter sur eux-mêmes, et chaque parcelle qui se dissout dans le liquide dessine un cil qui vibre et disparaît.

1940. Or ces effets si variés et si extraordinaires, lorsqu'on en ignore la cause, ne sont plus que des phénomènes vulgaires et très-bien expliqués d'avance, dès qu'on a pu les reproduire de la sorte, à volonté. Car il est évident que tout corps qui repoussera également et le liquide et l'objet qui flotte à sa surface, mettra en mouvement et le liquide et l'objet; la rame repousse l'eau et pousse en avant la barque. Or le corps qui se vaporise tend à déplacer et le liquide et l'objet par son expansion, il doit imprimer un mouvement de recul à l'objet et un mouvement d'ondulation au liquide; mais une molécule liquide qui reçoit un choc, ne saurait prendre une direction qu'en ligne courbe, qu'en une ligne qui se brise contre toutes les molécules qu'elle rencontre sur son passage. Or, si une nouvelle molécule la suit lancée par la même impulsion, elle ajoutera encore à l'impulsion reçue par la première; une troisième ajoutera à l'impulsion de la seconde, et si le dégagement continue, toutes ces molécules décriront un cercle parfait, et reviendront de la sorte, au point de départ, s'animer d'une nouvelle vitesse au foyer de l'émanation, pour reprendre leur première direction; mais si le liquide charrie des granulations ou des globules d'un pouvoir réfringent différent du sien, ces globules traceront à l'œil la marche du courant qui les entraîne, et offriront au microscope, ce joli *remous* que nous avons pris soin de représenter sur les fig. 5, pl. 8; 1 et 6, pl. 19. L'effet que nous aurons alors sous les yeux au microscope, ne sera pas dû à un autre mécanisme que les grands *remous* que nous voyons se produire sur nos larges courants d'eau; partout où un obstacle détourne le courant de sa

(*) Cette explication du mouvement des parcelles de camphre, que nous n'avons cessé d'imprimer, et de répéter dans nos cours depuis 1827, se trouve reproduite, par la méthode académique, dans les *Annal. de phys. et de chim.*, t. LIII, pag. 206, 1834.



direction première, et où deux courants viennent se choquer entre eux.

1941. Or admettons qu'une cellule animale ou végétale soit placée au-dessus d'une goutte du réactif qui possède une affinité prononcée pour les substances solubles que la cellule emprisonne; il est évident que, dès que l'une des deux substances aura atteint l'autre, par la moindre de ses molécules, à travers les parois de la cellule, il s'établira un courant causé par le déplacement, et ce courant prendra une direction circulaire; mais à mesure qu'une molécule incluse sortira de la cellule pour se mêler au réactif, une molécule du réactif entrera par un autre pore dans la cellule, si toutefois les parois de celle-ci lui sont perméables, entraînée vers le vide que la molécule sortante aura produit. Il s'établira donc, par cela seul, deux courants, l'un se rendant au dehors et l'autre se rendant au dedans; phénomène nullement vital, mais simplement hydraulique.

1942. Quant aux cils vibratiles que nous avons vus se produire sur les bords des cristaux et des gouttelettes oléagineuses, leur jeu n'implique rien d'extraordinaire. Ce qu'il y aurait d'inexplicable dans ce cas, c'est que ces cils ne parussent pas. En effet, prenons pour exemple le cas de la gouttelette d'huile déposée au foyer du microscope, sur une goutte d'acide sulfurique concentré. La différence du pouvoir réfringent des deux substances fera que nous distinguerons parfaitement bien l'une de l'autre, et que la moins étendue des deux nous paraîtra limiter ses contours, avec beaucoup de netteté, dans celle dont les contours dépasseront les limites du champ visuel du microscope. Mais alors le mélange de l'acide et de l'huile ne pourra se faire qu'au point de contact des deux, que sur les bords de la gouttelette oléagineuse. Or la première molécule d'huile que l'acide dissoudra tendra de plus en plus à se dissoudre dans le reste de l'acide, et à se confondre avec ce liquide, en modifiant le pouvoir réfringent de celui-ci et le sien. Mais avant que ce résultat se soit produit complétement, la molécule aura un pouvoir réfringent différent de celui de l'acide; et partant, en s'élançant de la masse oléagineuse, elle déviera les rayons lumineux d'une manière différente, et se dessinera aux yeux en s'allongeant. La masse oléagineuse offrira alors un poil, scintillant par la rapidité avec laquelle il modifiera sa direction, son indice de réfraction et les accidents de sa surface (774). Et comme toutes les molécules du pourtour de la gouttelette oléagineuse se comporteront dans le même temps, avec le même réactif, de la même manière, tous les bords de la gouttelette oléagineuse finiront par se couvrir de ces prétendus cils, qui se dessineront à la lumière, et mettront également le liquide et la gouttelette en mouvement.

1943. Les cils de l'organe respiratoire sont donc l'effet de la différence de densité de l'eau expirée. Or il est facile d'admettre que, puisqu'il se dégage du calorique dans l'expiration des animaux d'un ordre supérieur, il s'en dégage aussi, quoique dans une proportion pour ainsi dire microscopique, pendant l'acte de l'expiration des animaux infusoires et des mollusques; la différence de densité entre le liquide expiré et l'eau ambiante proviendrait donc de la différence de température.

1944. Tous les organes qui semblent ciliés au microscope sont donc des organes de respiration (*); c'est là leur destination primitive et essentielle. Mais des organes de respiration, appartenant à des animaux suspendus dans un liquide, doivent nécessairement acquérir une destination accessoire, et devenir des organes de locomotion; car un animal qui aspire l'eau doit être à son tour pour ainsi dire attiré par l'eau, à peu près comme une barque, à la proue de laquelle on adapterait une pompe aspirante, avancerait par le seul jeu de la pompe. Si d'un autre côté l'animal vient à expirer l'eau, l'animal sera repoussé pour ainsi dire par l'eau qu'il repousse, de la même manière que la barque reculerait, si, au lieu d'une pompe aspirante, on faisait jouer à sa proue une pompe foulante. Combinons ensuite, chez ces animaux, l'aspiration avec l'expiration, il s'ensuivra que l'action d'avancer ou de reculer dépendra de l'excès de l'une de ces deux fonctions respiratoires sur l'autre; et l'animal restera stationnaire, quoique suspendu sur le liquide, quand il existera entre ces deux fonctions une parfaite balance. Or c'est ce que l'on voit distinctement sur le rotifère et sur ces admirables bouquets de vorticelles rameuses (1578), dont les longs pédicules roulés en

(*) Ce qui ajoute encore à la démonstration, c'est qu'en observant attentivement le jeu de la lumière transmise à travers le bourrelet cilié du rotifère et de la vorticelle, à travers les tentacules de l'alcyonelle (pl. 7, fig. 22) et les tubes des branchies des mollusques, on distingue dans leur intérieur un courant rapide, indice évident d'une circulation vasculaire. C'est même à la coïncidence de ce courant qu'est exclusivement due l'illusion qui a fait admettre deux roues en mouvement sur le rotifère; car l'esprit, embarrassé d'analyser le double phénomène que l'œil lui transmet à la fois, attribue aux cils le mouvement circulatoire dont les cils ne sont qu'une émanation.

spirale éloignent ou rapprochent leurs spires, selon que l'animal avance en aspirant, ou recule avec la rapidité de l'éclair en expirant.

1945. Quant aux branchies des poissons, des jeunes salamandres, etc., qui présentent le phénomène de l'aspiration sans se couvrir de cils (1930), il est facile d'en concevoir la raison, quand on voit le jeune animal laisser échapper par la bouche une bulle d'air; car, chez eux, l'expiration se fait au dedans de la cavité pectorale, quoique l'aspiration ait lieu à l'extérieur des branchies, comme chez les vorticelles l'expiration se fait par le bourrelet, et l'aspiration par le tambour de la surface antérieure (1932).

1946. Le fait de l'application la plus générale qui ressorte de l'histoire de ces phénomènes, c'est que la double faculté d'aspirer et d'expirer réside dans la plus mince parcelle du tissu *respiratoire* (1926), dans la membrane même organisée, et que par conséquent la respiration peut s'effectuer sans aucun appareil compliqué d'organes.

1947. Cette idée présage peut-être l'explication des contractions musculaires (1574), en sorte que l'effet immédiat de l'influence nerveuse ne serait peut-être que de réveiller, dans le cylindre musculaire, l'une ou l'autre de ces deux facultés; le cylindre se raccourcirait en *expirant* une portion quelconque de la substance organisatrice qu'il renferme; il s'allongerait en *aspirant*. Nous reviendrons sur ce point de vue après avoir étudié la circulation végétale et animale.

HISTORIQUE DU MOUVEMENT QUE LA DÉTERMINATION DES CILS VIBRATILES A IMPRIMÉ AUX ÉTUDES ACADÉMIQUES.

1948. L'apparition d'une idée simple fait toujours une espèce de ravage dans le domaine des idées professées, en ce qu'à elle seule et en deux mots, elle rend raison d'une foule de difficultés, coupe court à une foule de doutes, et fait rentrer des pages entières de la nomenclature sous une seule rubrique, comme un simple cortége de synonymes dont on n'a plus besoin. Mais les académies sont presque toujours aussi les dernières à se rendre à l'évidence et à reconnaître la nécessité de ce bouleversement, quand l'auteur, de son côté, n'a pas voulu accepter le brevet d'infaillibilité que confère le fauteuil académique. Dès ce moment, la pauvre idée, sans mentor et sans parrain, se met à courir le monde, évitant avec soin de se jeter sur les pas d'un immortel, et se trouvant mieux à l'aise dans la compagnie de ceux qui, moins environnés de lumière, y voient plus vite et de plus loin; c'est là que l'idée simple et nue comme la vérité, rencontre aide et protection, et qu'elle reçoit le droit de bourgeoisie, pendant que *l'impuissante Calypso regrette de se trouver immortelle.* Tel a été le sort de l'idée que nous venons de développer dans le paragraphe précédent. Il était vraiment amusant autant qu'instructif de voir combien de faits de détail venaient s'absorber dans le mouvement d'une explication aussi simple.

1949. Il se trouve que les infusoires dessinés et décrits par Muller sous les noms de *Trichoda sulcata, ciliata, farcimen; Leucophra fluida, fluxa, armilla* (*), n'étaient autres que les lambeaux mouvants de la chair détachée des branchies des moules (1926), dont, sans se douter du prodige, l'auteur avait déchiré le tissu, en remuant l'eau avec un bâton.

1950. Bauer et Everard Home avaient décrit nos lambeaux mouvants, comme les différents âges d'un ver singulier, qui croissait, disaient-ils, et grossissait sous leurs yeux (**), tellement que ne voulant pas se fier à eux seuls sur la réalité de la merveille, Home appela à son aide sa servante, ainsi qu'avait procédé Molière avant lui.

1951. Baer, professeur à Kœnigsberg, nous avait adressé chez Férussac, un extrait d'une monographie d'entozoaires, qu'il annonçait avoir découverts dans les organes générateurs des moules. Cet extrait fut publié textuellement dans le *Bulletin des sciences naturelles et de géologie*, n° 103, septembre 1826; il avait paru en allemand dans le n° de janvier 1836 du journal de Froriep. Mais cette monographie dont la science était menacée, eût été interminable; car elle ne serait composée que des lambeaux mouvants de l'ovaire, dont chaque coup de scalpel aurait fait varier la forme et les dimensions. Aussi sur l'annonce que les journaux de l'époque publièrent de la lecture de notre mémoire, l'auteur, qui imprimait alors son travail dans les *Actes des curieux de la nature*, s'empressa-t-il de rendre hommage à l'évidence, et d'en retrancher tout ce qui était relatif aux entozoaires prétendus.

1952. Les entozoaires de Baer avaient été pris, presque en même temps, pour les animalcules

(*) *Infusoria et Zoologia Danica.*

(**) *Philos. transact. of the Roy. Soc. of London*, 1827, partie I, pag. 48.

spermatiques des moules, par Prévost, le collaborateur de Dumas; et l'auteur, encore tout imbu de la méthode un peu tranchante de son collègue, avait eu soin de nous donner, en fractions de millimètre, la mesure exacte des dimensions de ces petits corps, qui, malheureusement pour l'observateur, n'affectent ni forme ni dimensions constantes; en sorte que les observateurs subséquents auraient pu grossir la nomenclature des animalcules spermatiques, comme Baer aurait certainement grossi la nomenclature de ses entozoaires.

1953. Blainville, qui a la bonne foi de changer d'idée dès que celle qu'il professe ne peut plus se soutenir, mais qui a le malheur d'en changer un peu trop souvent pour les intérêts de la synonymie, professait d'abord que le mouvement des animalcules spermatiques de l'homme n'était dû qu'à l'évaporation du liquide; c'était à l'époque où Blainville reléguait dans les fables les observations microscopiques, et le microscope au rang des instruments trompeurs; ce qui prouvait que l'incrédule avait établi son opinion avant d'avoir rien vu. Mais depuis la lecture du travail sur les organes respiratoires des microscopiques, et sur la détermination de la nature des cils vibratiles, le savant professeur changea d'idée; le mouvement des animalcules spermatiques n'était dû qu'au mélange de deux liquides de densité différente; enfin, depuis qu'il est devenu partisan d'un instrument qui est passé entre les mains de tout le monde, il a déposé l'une et l'autre opinion professorale, pour rendre aux animalcules spermatiques, leur rang parmi les animaux doués de mouvement spontané.

1954. Enfin, il est assez généralement reconnu avec nous, que les organes qui se couvrent de cils au microscope sont des organes respiratoires, qu'ils sont les branchies des animaux inférieurs; il a été reconnu que ces animaux possédaient une circulation visible au microscope sur certains organes; qu'ils possédaient des muscles, et par conséquent des nerfs, et de plus un canal intestinal; qu'ils étaient enfin aussi compliqués, dans leur petite structure, que les animaux plus haut placés dans l'échelle zoologique, idée qu'Ehrenberg a tant défigurée dans de belles planches, en se l'appropriant à l'aide de la haute influence de Humboldt et de notre Institut.

1955. Mais l'école académique se montre de plus difficile composition à l'endroit de la nature des cils vibratiles; c'est là que sa critique se réfugie, aux frais des fonds Monthyon ou autres genres de fonds. L'ordre est donné de ne pas accorder que ces cils classiques soient autre chose que des cils analogues à ceux de nos paupières, que des cils qui vibrent pour frapper l'eau; mais on est fort embarrassé pour nous dire ce que sont ces sortes de cils; c'est là que la subvention se met l'esprit à la torture et change d'idée à tout moment.

1956. Purkinje et Valentin ont publié, en 1835 un volume in-4°, *De phænomeno generali et fundamentali motus vibratorii* (*), dans lequel ils ont classé tout ce qui branle sur le porte-objet du microscope, depuis la plus fine gelée jusqu'à la chair la plus palpitante; ils nous ont donné la monographie de tous les corps tremblotants, monographie interminable, si jamais l'observateur s'avise de placer le siége de ses études micrographiques dans l'un des appartements de notre rue Saint-Honoré. Cet ouvrage, dont le titre, un peu trop ambitieux pour nous autres prolétaires, et que nous traduirions, afin d'être vrai, par celui-ci, qui est moins beau à la vérité; *Histoire de tous les corps qu'ont fait vibrer les tremblotements du porte-objet de mon microscope*, cet ouvrage fut accueilli par nos distributeurs de couronnes, avec toute la bienveillance que des pouvoirs supérieurs ne manquent jamais d'accorder à tout ce qui flatte leurs goûts. Il est devenu un code, sur les articles duquel s'appuient tous ceux qui ont à implorer, pour leurs petits bouts de notes hebdomadaires, la faveur d'un rapport favorable ou d'un regard indulgent, de la part du premier corps savant de la France et de l'univers. Aussi trouvons-nous, par exemple, dans les *comptes rendus* imprimés par ordre de l'Académie des sciences, séance du 25 septembre 1837, l'exclamation suivante: « Voici de nouveaux faits à ajouter à ce que MM. Purkinje et Valentin nous ont appris relativement aux mouvements ciliaires de certaines membranes muqueuses. Ayant eu l'occasion d'observer un fragment de muqueuse provenant d'un polype du nez, j'ai constaté 1° que le mouvement vibratoire n'a pas duré moins de trente heures; qu'au bout de sept à huit heures, la portion de la membrane soumise à mon observation, ou plutôt son *epithelium*, a commencé à se désagréger, à se diviser en particules pyriformes, ayant environ $\frac{1}{40}$ de millimètre de largeur et $\frac{1}{100}$ de longueur à leur partie renflée; les cils vibratoires étaient fixés sur cette partie, l'autre se terminait en queue; on avait alors sous les yeux de véritables monades, se mouvant dans le liquide, et agitant leurs cils avec une grande ra-

(*) Voyez *le Réformateur*, bulletin n° 206.

pidité. » Il est fâcheux que l'auteur n'ait pas cru devoir imposer un nom à ces monades, et nous aurions eu un synonyme nouveau de la *vorticelle;* car ce que l'auteur a vu et fait imprimer, aux frais de l'Académie, n'est pas autre chose que l'un de ces animaux, qui se développent avec une effrayante rapidité, partout où on laisse macérer une membrane animale quelconque. Quant aux cils qu'on a pu observer sur le bord d'une membrane animale, nous en avons donné la clef par les cils que l'acide sulfurique développe sur les bords de la gouttelette oléagineuse; car il est impossible qu'une muqueuse soit placée dans une nappe d'eau, sans qu'il s'en échappe des substances solubles ou des molécules désagrégées, qui toutes seront dans le cas d'offrir au microscope les cils les plus variés et les plus illusoires (1938).

1957. L'observation recueillie également par le rédacteur officiel des *comptes rendus*, séance du 28 août 1837, laisse bien loin derrière elle l'observation dont nous venons de nous occuper. Nous regrettons, en vérité, l'espace que nous allons consacrer à la réfuter et à la transcrire; et nous l'aurions volontiers passée sous silence, si l'Académie ne l'avait pas placée sous l'égide de sa publication. Ah! que la philanthropie de Monthyon nous impose de rudes tâches! « On savait » (pour ne pas dire d'après qui) (1930), que l'embryon, au bout de plusieurs jours, se meut, » dans l'œuf, en tournant sur lui-même, et que » ce mouvement est produit par les cils vibratiles » de ce qui doit devenir l'organe respiratoire (*). » Voici ce que j'ai vu lundi dernier :

» Des vitellus tirés d'œufs de limace grise » pondus la veille furent placés entre deux lames » de verre suffisamment écartées, avec leur albumine et un peu d'eau. Ils étaient composés de » globules larges de $\frac{1}{5}$ de millimètre; mais par » l'effet d'une légère compression, ils devenaient » LARGES de $\frac{1}{4}$ et $\frac{1}{3}$ de millimètre. Je vis alors un » de ces vitellus émettre, par deux portions » opposées de son contour, SIX A HUIT PROLONGEMENTS diaphanes, arrondis, longs de $\frac{1}{50}$ de millimètre environ, s'étendant et se retirant alternativement et changeant de forme à chaque » instant, comme ceux des amibes, et de même » aussi entraînant avec eux des granules. Ce » phénomène dura plus de deux heures; puis le » vitellus, comme un infusoire, se désagrégea » peu à peu en globules GLUTINEUX, creux. Cependant la vie continuait dans ce qui ne se » désagrégeait pas; et chaque fois qu'un prolongement s'étendait, il déterminait une nouvelle » émission de globules glutineux. On peut donc » conclure de là que le VITELLUS N'ÉTAIT PAS » POURVU D'UNE ENVELOPPE GÉNÉRALE! Les autres » vitellus ne m'ont point montré ce mouvement, » soit qu'ils fussent placés dans un sens différent, soit qu'ils eussent été asphyxiés pendant » la préparation. »

1958. Nos lecteurs soupçonnent déjà toute l'inexpérience que révèle une semblable annonce; et si elle n'était pas faite avec la trompette académique, ils sont persuadés que nous n'aurions pas pris la peine de relever de pareilles choses. L'auteur est un de ceux qui ont été chargés officiellement de revoir l'histoire des cils vibratiles, et de soutenir que ces petits cils ne sont que des prolongements que l'épiderme lance et retire au dehors au moyen de sa propre substance. Vous concevez combien cette théorie est ingénieuse; vous ne connaissiez, en fait de cils, que des pilosités lentes à venir, plus lentes à repousser, et que nous n'avons la propriété de faire disparaître qu'avec les ciseaux, et alors c'est pour longtemps; et quand ces pilosités disparaissent d'elles-mêmes, c'est pour toujours. Eh bien! la nature n'a pas horreur des chauves dans toutes les classes d'animaux; et il est, d'après nos observateurs officiels, de petits animaux qui ont l'agrément d'être chauves et chevelus à volonté, et qui sont l'un et l'autre avec la rapidité de l'éclair, tellement que chez eux, on n'a pas le temps de dire qu'ils sont l'un ou l'autre; ils vous font mentir, que vous disiez oui ou non. Le secret de ce changement à vue consiste, non dans de véritables cils (on ne saurait plus le soutenir), mais dans de petits prolongements qui naissent et se retirent, et viennent faire les cornes à l'observateur désappointé. Ce sont des *phlyctens* volontaires et spontanés, des *ampoules* qui s'enflent et se désenflent fort vite; et ce qu'il y a de plus surprenant c'est que l'épiderme ainsi travaillé n'en tient pas moins au reste du corps, comme si jamais aucune enflure n'avait dédoublé sa surface. Dans notre monde grossier, il ne se passe rien de semblable, par malheur pour les érésipèles et la calvitie, etc. Mais au microscope, on se trouve dans un autre

(*) L'auteur a mal compris nos mémoires; car dans l'embryon des mollusques univalves tout le corps se couvre de ces prétendus cils, tout son corps est alors branchie; l'organe de la respiration future ne saurait se montrer au dehors; à cette époque, il est interne.

monde, bien différent du nôtre, monde enchanté et féerique, où vous n'avez qu'à rêver pour créer, qu'à vouloir pour enfanter des merveilles, que vous ferez croire aux ministres et académiciens qui n'ont pas la prétention de voyager dans cet *Eldorado;* car ils ont des voyageurs payés pour cela, et qui connaissent le proverbe: *A beau mentir qui vient de loin.* En conséquence, les microscopiques ont un épiderme qui petille et fait feu par tous les points, comme un vaisseau de guerre, et qui lance dans l'eau des prolongements, avec la vitesse d'un boulet et d'une balle. Et l'on ne sera pas arrêté, dans cette théorie commandée, par la malencontreuse objection des lambeaux mouvants des branchies des mollusques (1926), qui certes sont pris ailleurs que sur l'épiderme, et jusque dans les entrailles de l'animal, et qui pourtant lancent de pareils cils dans l'eau tout aussi bien que la périphérie d'un infusoire; on ne sera pas arrêté par l'objection, car on ne s'y arrêtera pas, on n'en parlera pas, et il sera défendu d'en parler par ordre supérieur. Mais il sera décrété que ce qu'a vu, lundi dernier, le défenseur de ces merveilles, vient à l'appui de l'existence des prolongements scintillants de la peau.

1959. Reprenons notre sérieux, avec tout le respect que l'on doit aux *comptes rendus* de la plus savante des académies, et avec toute la dignité d'une humble remontrance.

1° D'abord, nous prendrons la liberté de faire observer à l'illustre assemblée, que tout ce qui paraît rond à travers un animal transparent et appliqué sur une surface, n'est pas un globule de son corps, mais le plus souvent une simple bulle d'air, emprisonnée sous son corps. Or, si dans ce cas vous comprimez le pauvre animal entre deux lames de verre, la bulle d'air, qui d'abord pouvait n'avoir que $\frac{1}{5}$ de millimètre en diamètre, pourra, en s'étendant par la compression, atteindre $\frac{1}{4}$ et même $\frac{1}{3}$ de millimètre. Il en sera de même de tout globule oléagineux ou de tout organe de l'animal torturé qui s'offrira au microscope sous forme globulaire; ainsi ces mesures ne sont pas des caractères, car ces dimensions ne sont que des accidents.

2° L'air emprisonné sous le vitellus s'étend par la compression, en prolongements apparents, ou en globules placentiformes, selon qu'il trouve ou non des issues pour se développer. Pour se faire une idée de ces effets illusoires, enfermez de l'air et de l'eau entre deux lames de verre; ce qui est facile en appliquant une lame sur une autre lame humectée d'eau; vous verrez alors des prolongements, de formes et de dimensions variables, qui s'avanceront et reviendront sur eux-mêmes; la moindre compression exercée sur l'une des lames suffira pour étendre et faire varier à l'infini ce réseau mouvant, ces larmes bataviques, toutes ces configurations enfin, qui émanent de l'air emprisonné entre de l'eau et deux surfaces parallèles de verre. Ce qu'a vu l'auteur n'est pas autre chose qu'un des nombreux effets de cette cause; et il est affligeant d'être obligé aujourd'hui de donner, aux privilégiés académiques, des leçons élémentaires de cette force-là, quand on pense qu'on n'aurait pas osé, il y a dix ans, nous fournir une occasion semblable.

3° Nous ne parlerons pas de la désagrégation des globules. Vraiment nous regrettons les caractères que nous employons à rappeler qu'il faut bien que l'albumen se désagrége dans l'eau, quand on l'écrase sous deux lames de verre. Quant à la durée de la vie dans un animal ainsi torturé, qu'est-ce que ce fait offre de si étonnant aux naturalistes, qui savent avec quelle opiniâtreté la vie dure chez les mollusques que l'on torture, que l'on écrase, que l'on coupe en morceaux; chez les vers de terre que l'on coupe par tranches; enfin, surtout aux yeux de ceux qui auront voulu répéter l'observation, sur les lambeaux mouvants des branchies et de l'ovaire des moules?

1970. Applications a l'industrie! — Ne vous en étonnez pas. Nous avons assez longuement établi ailleurs que la nature est la même, en grand comme en petit, qu'en fait de lois il n'y a rien de petit dans la nature que les petits esprits. Aussi, à peine avions-nous démontré que le mécanisme de la locomotion des microscopiques n'était autre que le mécanisme de leur respiration, qu'ils avançaient enfin comme une barque *à la proue de laquelle on adapterait une pompe aspirante* (*), lorsque l'industrie s'empara de cette idée, pour l'appliquer à la navigation. Un ingénieur proposa le fait à des capitalistes qui fournirent aussitôt des fonds. On construisit des barques qui s'avançaient par le jeu d'une pompe aspirante placée à la proue, et d'une pompe foulante placée à la poupe, et qui modifiaient leur vitesse ou leur direction par l'excès du jeu de l'une des deux pompes sur l'autre, ou en changeant la direction

(*) *Mémoire sur l'Alcyonelle*, § 78.



du tuyau de pompe à volonté. On conçoit que de cette manière il ne serait besoin ni de rame, ni de gouvernail, et qu'on pourrait s'enfoncer dans l'eau et revenir à la surface sans crainte de chavirer, ou, si l'on chavirait, sans crainte de rester longtemps dans cette position inverse. Mais la solution d'un problème de navigation est toujours double. Il faut réussir, et, après avoir réussi, soutenir la concurrence. Or comment obtenir un levier plus puissant que la vapeur? Si vous employez la vapeur pour faire fonctionner vos pompes, vous remplacez la rame par un appareil plus compliqué, plus dispendieux, et d'un entretien moins facile; une pompe exige plus d'effort qu'une roue, et un coup de volant donnera une plus grande impulsion qu'un coup de piston. Aussi il paraît que jusqu'à présent, sous le rapport de la vitesse, la pompe ne l'a pas emporté sur la rame. Cependant, il est d'autres rapports où cette application en grand de l'une de nos découvertes microscopiques serait dans le cas de remplir une foule d'indications utiles, et de devenir un excellent moyen de sauvetage. Du reste, en tout ceci nous ne sommes coupable, nous, que de l'idée, et nous n'avons jamais été consulté sur l'application.

## § II. *Tissus respiratoires aériens.*

1961. Nous avons vu que la respiration de la vorticelle (1952) et de la salamandre jeune (1930) s'opère sur la surface externe d'un tissu sous lequel circule un vaisseau. Le sang vient ainsi provoquer la respiration et s'alimenter de ses produits; il aspire l'air à travers la paroi qui le recouvre et les membranes entre lesquelles il circule; et ce phénomène est normal tant que ces animaux restent plongés dans l'eau. Ils meurent asphyxiés dès qu'on les transporte dans l'air, si pur qu'il puisse être. Donc l'eau ambiante est le véhicule nécessaire du fluide aspiré; or, comme la surface aspirante est placée sur la périphérie du corps, qu'elle est l'organe le plus interne de l'animal, c'est celle qui se dessèche le plus vite; d'où il advient que l'animal est frappé de mort, dès qu'il sort de son élément liquide.

Mais supposez que l'organe respiratoire, au lieu de faire saillie au dehors, comme chez les jeunes têtards de salamandre et de grenouille, soit plongé dans le fond d'une cavité du corps moins sujette à se dessécher, et dans laquelle se forme ou reste en permanence une atmosphère humide; l'animal pourra respirer dans l'air libre et hors de l'eau, puisque son organe respiratoire ne se trouvera pas moins continuellement revêtu d'une couche humide qui servira de véhicule à son aspiration. Nous aurons alors sous les yeux l'appareil respiratoire des animaux terrestres, le poumon au lieu de la branchie, deux organes de même structure, de même élaboration, et qui ne différeront entre eux que par la position qu'ils occupent relativement aux autres organes du corps animé.

La branchie n'est donc qu'un poumon externe, et qui partant ne saurait fonctionner que dans l'eau; et le poumon n'est que la branchie interne et refoulée au fond de la cavité buccale, et qui partant est dans le cas de fonctionner, alors que tout le reste du corps de l'animal est plongé dans l'air. La forme générale de l'organe branchial et pulmonaire ne contribue en rien à l'acte en lui-même de la respiration; elle ne saurait servir qu'à ajouter à l'énergie de l'acte en raison de son volume, c'est-à-dire en raison des surfaces qui se trouvent en contact avec l'air humide; la faculté de respirer étant inhérente à la plus petite molécule du tissu vasculaire.

Que l'anatomie comparée s'applique donc à décrire et à figurer les diverses configurations de l'organe pulmonaire, selon les espèces diverses d'animaux; mais l'anatomie générale et physiologique ne saurait découvrir autre chose, dans un organe respiratoire quelconque, qu'une membrane vasculaire assez mince pour ne pas absorber l'air à son profit, et assez humide pour lui être perméable et le laisser arriver au sang qui l'attire et qui en est attiré. Le poumon des mammifères et des animaux terrestres, en dernière analyse, se réduit à un réseau de vaisseaux qui circulent dans le tissu d'une membrane humide et d'une minime épaisseur; et les cellules pulmonaires dont on a tant parlé ne se forment qu'après la mort, et alors que l'organe étant exposé à l'air et au hâle, l'air expiré se dilate faute de pouvoir se faire jour, hors des anfractuosités dont l'ouverture commune s'est fermée, par suite de la dessiccation, du rapprochement et de l'agglutination de ses parois. Aussi nulle part les cellules n'acquièrent un plus grand volume que sur les poumons des batraciens; qui, d'un tissu plus délicat et plus aqueux que les poumons des animaux moins amphibies, se dessèchent plus vite à l'air.

Sous le rapport chimique, les tissus respiratoires aquatique ou aérien doivent posséder des caractères distinctifs qui échappent à nos méthodes; mais sous le rapport anatomique, il n'est qu'un tissu vasculaire, analogue, dans sa structure intime, à tous les autres tissus vasculaires du corps,

tissu plus délicat seulement, faisant saillie au dehors chez les animaux aquatiques, et refoulé en dedans, au fond d'une cavité protectrice, chez les animaux terrestres et aériens.

Cette définition commence à passer dans le domaine de la science universitaire, surtout depuis la première publication de notre *Nouveau système de chimie organique.*

## § III. *Phénomènes chimiques de la respiration.*

**1962.** Aspirer l'air extérieur et expirer les produits de l'aspiration qui sont inutiles à l'élaboration des tissus, c'est le propre de tous les organes qui sont en contact immédiat avec le milieu ambiant, c'est le propre de toutes les cellules du tissu animal ou végétal placées dans des circonstances favorables, ainsi que nous l'exposerons plus en détail en traitant de la circulation végétale et animale. L'organe respiratoire, chez les animaux, ne diffère des autres tissus sous ce rapport, qu'en ce qu'il est organisé pour exercer cette absorption sur une plus grande échelle; et c'est en expérimentant sur lui, qu'on peut espérer d'arriver à la solution du problème de la respiration, c'est-à-dire à déterminer la quantité de gaz que le sang s'assimile en passant par le réseau vasculaire aspirant.

**1963.** Depuis que Priestley et Lavoisier eurent démontré que la respiration des animaux viciait l'air, c'est-à-dire le dépouillait de son oxygène, bien des auteurs se sont mis à la recherche, pour reconnaître et déterminer d'une manière précise, les quantités de gaz inspiré et expiré; mais les résultats ont varié selon les expérimentateurs, et la question se débat encore aujourd'hui dans les mêmes termes que dans le principe. Or les dissidences ne sauraient provenir des instruments, puisque les auteurs ne font usage en cette circonstance que des mesures eudiométriques (235); elles ne sauraient venir non plus de l'inexpérience ou de l'inhabileté de certains observateurs; car en deux ou trois essais de ce genre on devient tout aussi habile que le plus expérimenté. Il faut donc de toute nécessité qu'on n'ait point fait entrer tous les termes dans la position du problème, et qu'on ait oublié de tenir compte de certaines lois et de certaines circonstances capables de faire varier les résultats à l'infini.

**1964.** On a posé le problème de la manière suivante : L'AIR ATMOSPHÉRIQUE ÉTANT UN MÉLANGE DE 21 D'OXYGÈNE ET 79 D'AZOTE, PLUS DE QUELQUES TRACES D'ACIDE CARBONIQUE; COMBIEN LES POUMONS, DANS L'ACTE DE L'INSPIRATION, PRENNENT-ILS DE CHACUN DE CES GAZ, ET PAR CONSÉQUENT COMBIEN EN RENDENT-ILS DANS L'ACTE DE L'EXPIRATION?

Or il s'est trouvé que, d'après les uns, une partie de l'oxygène était absorbée, et de ce nombre sont : Lavoisier, Crawford, Gay-Lussac, Humboldt et Provençal, Despretz, Dulong, etc., tandis que Spallanzani et Schéele ont obtenu des résultats contraires.

Quant à l'azote, même divergence: Spallanzani, Pfaff, Davy, Henderson, Humboldt et Provençal, ont observé qu'une portion notable de ce gaz était absorbée dans la respiration de l'homme et des mammifères; Dalton, Allen et Pepys sont d'un avis contraire; ils pensent, ainsi que Berthollet, Nysten, Despretz, et Dulong, qu'il y a même dégagement de gaz azote.

**1965.** Le procédé dont se sont servis tous les expérimentateurs, qui se sont occupés spécialement de cette question, a toujours consisté à placer un animal de petite taille sous une cloche remplie d'air ou d'un autre gaz, au-dessus du mercure, pour analyser la quantité d'air absorbé et rendu par la respiration de l'animal. Or, nous n'hésitons pas à établir en fait, que de l'uniformité du procédé, ont découlé nécessairement toutes les divergences. Et nous ajouterons que le phénomène de la respiration est resté inexplicable, parce que les auteurs ne l'ont étudié que d'après la méthode de la chimie inorganique, et en n'envisageant leur sujet que sous le rapport des produits bruts qui s'emprisonnaient sous le récipient. Avant d'examiner en détail les résultats qu'ils ont obtenus, entrons dans quelques développements, qui serviront à mettre dans tout son jour l'inconséquence qui fait l'objet de ce reproche (*).

**1966.** 1° Un animal que vous placez dans une atmosphère artificielle, se trouve, dès ce moment, dans un état de gêne et de souffrance, diamétralement opposé à son état normal. Il ne respire plus comme à l'ordinaire; donc il n'absorbe pas les mêmes quantités ou les mêmes espèces de gaz. Par suite, il ne doit plus rendre par l'expiration ni les mêmes gaz, ni les mêmes quantités du même gaz. Les produits recueillis ne seront donc pas les produits de l'élaboration normale, les produits de la vie; ils seront les produits de la désorganisation

(*) Voyez *Annal. des scienc. d'observ.*, tom. III, pag. 432. 1830.



qui commence là où l'élaboration finit. les produits enfin de la mort.

2° Que sera-ce, lorsqu'à la place d'une atmosphère qui ne diffère que par les proportions, de l'air atmosphérique ordinaire, vous placerez l'animal dans le gaz hydrogène, ou le gaz azote, ou le gaz acide carbonique pur de tout mélange? Que sera-ce, lorsqu'au lieu de recueillir les produits du malaise, vous recueillerez les produits de l'asphyxie?

Vous obtiendrez, dans le gaz acide carbonique, un gaz expiré d'une nature différente que dans le gaz hydrogène ou azote; de même que dans l'oxygène pur, vous obtiendrez un gaz expiré d'une tout autre nature que dans le gaz acide carbonique, ou au moins un mélange de gaz dans de tout autres proportions.

1967. 3° L'animal absorbe l'air et les gaz par toutes les surfaces de son corps, quoique les poumons soient l'organe par lequel cette absorption s'opère avec le plus d'énergie. Par la même raison il expire les gaz, comme il transsude, par toutes les surfaces de son corps. Dans un milieu artificiel, comme dans un cas maladif quelconque, cette expiration générale sera tout aussi anomale, que l'expiration spéciale aux poumons. Les expérimentateurs n'ont tenu aucun compte des produits de cette expiration cutanée.

1968. 4° Les détritus des tissus qui n'élaborent plus, fermentent et se décomposent dès l'instant que leur élaboration normale cesse. Or les animaux sont couverts de ces débris qui séjournent plus ou moins longtemps sur la peau, selon que celle-ci est lisse ou velue, et selon qu'elle est soumise plus ou moins rarement aux soins de propreté; tout le monde sait que cette fermentation dégage de l'acide carbonique, ou de l'azote combiné avec l'hydrogène ou de l'hydrogène pur.

1969. 5° Mais il est une circonstance à laquelle aucun expérimentateur n'a eu l'idée de s'arrêter, et qui pourtant est dans le cas de faire varier en tout les résultats de l'expérience; je veux parler de l'influence de la lumière et des ténèbres sur la nature et les produits de l'élaboration vitale. Les plantes expirent et aspirent tout différemment la nuit que le jour; pourquoi les animaux, qui ont à élaborer les mêmes gaz que les plantes, ne se ressentiraient-ils pas de cette double influence? Pourquoi n'élaboreraient-ils pas l'air autrement pendant la nuit qui les plonge malgré eux dans le sommeil, et autrement pendant le jour qui leur rend, avec le bienfait de la lumière, le besoin invincible de la pensée et de la locomotion? Notre respiration se modifie la nuit, et ses produits diffèrent de ceux de la respiration diurne. Or, si vous laissez l'animal dans le même appareil, pendant quelques heures du jour et quelques heures de la nuit suivante, il est évident que vous recueillerez un mélange de gaz, qui ne représentera nullement les résultats de la respiration, et qui modifiera à son tour la respiration de l'animal forcé de séjourner dans cette atmosphère. En poussant plus loin les conséquences pratiques de cette observation, on admettra facilement que le mécanisme de la respiration aura lieu tout autrement dans l'obscurité du laboratoire que lorsque les rayons du soleil viendront frapper le récipient; car une fois une cause reconnue, il serait absurde d'en nier, dans une circonstance, les effets qu'on est forcé d'admettre dans une autre. Mais les saisons agissent à leur tour avec la même puissance et les mêmes modifications sur le phénomène de la respiration; l'âge agit à son tour d'une manière analogue aux saisons. Enfin, et par cela seul que les animaux n'ont ni les mêmes habitudes, ni la même alimentation; par cela seul que leur transpiration affecte au goût et à l'odorat des caractères différents selon les espèces, on doit être forcé d'admettre que les produits de l'expiration doivent varier selon les espèces, et, j'irai plus loin, selon les individus de la même espèce. Qui oserait, en effet, comparer les produits de la respiration du paysan des campagnes à ceux de la respiration du citadin?

1970. 6° Les analyses eudiométriques de l'air et des gaz sont d'une imperfection que l'ancienne méthode seule a droit de méconnaître et de faire semblant d'ignorer. En effet, elle ne trouve rien de ce dont nos sens et notre odorat reconnaissent si fortement la présence. L'eudiomètre indique les mêmes quantités d'oxygène, d'azote et d'acide carbonique, dans l'air de l'une de ces salles de spectacle où les respirations les plus phosphorescentes ont eu quatre ou cinq heures le temps de grandement vicier l'air; ce qui établirait que l'air est vicié par un seul animal dans une éprouvette, et ne l'est pas par des milliers d'individus renfermés dans une salle de spectacle; assertion contre laquelle l'hygiène publique jetterait les hauts cris. Nous rendons par l'expiration des sels gazeux à base d'ammoniaque, et d'autres sels à même base dissous dans la portion humide de la transsudation pulmonaire; il suffit de souffler le matin sur une lame de verre, pour y découvrir au microscope de nombreuses et élégantes arbori-

sations d'hydrochlorate d'ammoniaque; or les analyses eudiométriques ne tiennent compte de rien de tout cela; l'expérimentateur, depuis Priestley jusqu'à nous, n'a jamais eu d'autres gaz en vue, que l'oxygène, l'acide carbonique, et l'hydrogène. Il n'a pas même tenu compte de l'eau.

1971. 7° Or la présence de l'eau est tellement nécessaire à la fonction de la respiration, que si l'air que nous respirons est trop sec, toute l'économie se dérange, signe infaillible que la respiration est troublée, et que partant ses produits sont anomaux. Mais dans les recherches eudiométriques, l'expérimentateur a grand soin d'employer les gaz destinés à l'inspiration parfaitement secs; il ne s'occupe nullement de l'eau qu'il pourrait recueillir de l'expiration, et pourtant dans cette quantité d'eau recueillie, on trouverait bien des choses, qui ne sont rien moins qu'indifférentes au phénomène général de la respiration.

1972. 8° Enfin, dans tout ce qui précède, nous avons essayé d'énumérer les *desideranda* de l'expérimentation, et ils sont nombreux; dans ce qui va suivre, nous avons à relever des erreurs d'induction, et elles sont graves.

1973. En effet, l'observateur a raisonné sur les résultats de l'expérimentation en vase clos, de la même manière que si l'expérimentation avait eu lieu à l'air libre. Il a tenu compte de l'air qui rentre dans les poumons et qui en sort, et nullement de l'air qui pénètre toutes les lacunes jusqu'aux plus exiguës de notre corps, de l'air enfin qui fait en nous équilibre à l'air extérieur. Or l'interprétation des phénomènes change tout à coup de face, et dans une latitude immense, dès qu'on tient compte de cette donnée, dont l'ancienne méthode ne s'est pas même doutée.

Notre corps est imprégné d'air qui fait équilibre à l'air extérieur; il n'est pas un tissu animal qui, soumis à l'action de la pompe pneumatique, ne se dépouille d'une quantité considérable d'air intérieur. L'action de la ventouse appliquée à une portion quelconque de la surface de notre corps, démontre encore mieux chaque jour ce fait physiologique. Du reste, s'il en était autrement, c'est-à-dire si l'air atmosphérique ne pénétrait pas dans toutes les petites lacunes de nos tissus, il est évident que nos tissus seraient comprimés par la compression du milieu atmosphérique ambiant, comme sous une presse hydraulique. Mais cet équilibre que les fluides gazeux contenus dans notre corps font avec les fluides gazeux qui l'enveloppent, suppose évidemment l'équilibre des proportions dans les éléments qui composent l'une et l'autre atmosphère; en effet, le poids des éléments gazeux de l'air étant différent, si vous augmentez les proportions de l'un dans une région, cet air ne saurait plus faire équilibre avec l'air d'une autre région, dont le mélange aura conservé ses premières proportions; et dès ce moment il s'opérera un refoulement tendant à rétablir l'équilibre; le gaz qui entrera dans une plus grande proportion de ce côté, tendra à se distribuer par égale part dans la portion opposée, jusqu'à ce que le poids des deux mélanges soit égal. Supposons, par exemple, que l'air ambiant soit composé, comme à l'ordinaire, de 21 d'oxygène et de 79 d'azote, et que l'air intérieur, par suite de l'absorption et de l'élaboration d'un organe, ne possède plus que 15 sur 100 d'oxygène, et que partant l'oxygène y existe dans la proportion de 15 à 85 d'azote; pour que l'équilibre se rétablisse, il faudra qu'il s'opère entre l'air extérieur et l'air intérieur un échange, qui portera, dans l'une et l'autre région, la proportion d'oxygène à 18 sur 100 et la proportion d'azote à 82 sur 100; proportions qui se maintiendront dans un endroit clos, si l'élaboration cesse; mais qui devront nécessairement déranger l'élaboration, laquelle jusque-là s'était opérée sous l'influence d'un tout autre mélange.

1974. Déduisons maintenant les conséquences de ce principe, et posons d'avance en fait, que l'air que nous aspirons par toutes nos surfaces, et que nous respirons par nos poumons, ne séjourne pas dans notre corps en qualité d'atmosphère, mais qu'il se combine en qualité d'aliment, et se solidifie pour servir à l'accroissement du tissu et au développement des organes. Nos tissus étant une combinaison intime d'oxygène, d'hydrogène, de carbone et d'azote, que nous considérons comme base de l'ammoniaque qui sert à les organiser, et ces quatre gaz se trouvant en diverses proportions dans l'air, il est impossible de supposer que la nutrition générale n'en prenne pas au moins une certaine portion à l'air qui nous pénètre.

1975. Or qu'arrivera-t-il, alors que, sur une quantité d'air inspiré, l'élaboration des organes se sera assimilé une certaine quantité de l'un plutôt que de l'autre gaz? Et d'abord, supposons le cas où, sur 100 d'air atmosphérique aspiré, l'animal aura absorbé, au profit du développement de ses tissus, de l'oxygène, sans avoir encore touché à l'azote. Pour que l'équilibre se rétablisse entre l'air intérieur et l'air ambiant,

il faudra que l'excès d'oxygène de l'air intérieur se distribue dans l'air extérieur ; il y aura alors expiration apparente d'oxygène ; nous attribuerons aux fonctions de nos organes un phénomène qui se serait reproduit de la même manière dans et autour d'un corps poreux. Si donc, sur 100 d'air atmosphérique aspiré dans une enceinte close, l'animal s'est assimilé 6 d'oxygène et n'a pas touché à l'azote; pour que l'équilibre se rétablisse, il faudra qu'il sorte du corps de l'animal de l'oxygène; si le corps de l'animal ne renfermait que 100 d'air, il sortira alors 3 d'oxygène, et les proportions de l'air extérieur et de l'air intérieur ne représenteront plus les proportions de l'air atmosphérique ; l'analyste trouvera dans l'air expiré 18 d'oxygène et 82 d'azote, et il en conclura que l'aspiration n'a absorbé que 3 d'oxygène, quand en réalité il en aura disparu 6; en sorte que, si on faisait entrer dans l'enceinte 6 d'oxygène pur, par la seule conséquence de la loi sur l'équilibre, il en serait absorbé trois sans que la respiration y prît aucune part.

1976. Admettons que les organes s'assimilent de l'azote dans l'air inspiré, et le transforment en ammoniaque ; pour que l'équilibre se rétablisse au dedans et au dehors de l'animal, il se dégagera de l'azote de l'air intérieur, azote que l'expérimentateur placera sur le compte de l'expiration.

1977. Quant à l'acide carbonique, il est possible que la quantité retrouvée dans le gaz expiré ne représente pas la totalité du gaz acide carbonique produit par l'expiration, et qu'en vertu de l'équilibre des gaz, une moitié soit rentrée dans l'intérieur des organes, et une moitié ait formé atmosphère tout autour du corps de l'animal.

1978. En conséquence, le physiologiste sera exposé à conclure que l'animal a expiré de l'azote, alors que réellement il en aura absorbé, et en aura transformé une certaine quantité en bases de son tissu ; qu'il aura aspiré de l'azote extérieur, alors qu'il n'aura fait que s'assimiler en tissus une certaine quantité de l'azote intérieur, ce qui aura déterminé l'introduction de la quantité d'azote extérieur qui était en excès par rapport à l'autre. Et l'on conçoit que les proportions que rencontrera l'analyse seront aussi variables que peuvent l'être les circonstances de la manipulation, la durée de l'expérience, l'exposition du local, la capacité de l'enceinte dans laquelle l'animal sera tenu emprisonné, toutes circonstances dont la physiologie expérimentale n'a jamais tenu compte, et qui nous donnent la clef des dissidences graves qui s'élèvent à ce sujet entre les observateurs.

1979. La question en est donc aujourd'hui au point où l'ont laissée Priestley, Lavoisier et Schéele; elle est tout entière à reprendre, en partant d'un autre point de vue et en ayant recours à d'autres méthodes d'expérimentation. Il est démontré que, par la respiration pulmonaire, nous vicions l'air ; et il est certain à nos yeux que nous ne le vicions pas moins par la respiration cutanée ; or, par la respiration, nous absorbons de l'air; donc nous ne le rendons que dans des proportions et à un état qui ne représentent plus l'air atmosphérique. Nous expirons donc les gaz combinés entre eux sous de nouvelles formes. Quelles sont ces formes de combinaison? voilà la question. L'azote est-il absorbé en partie pour fournir l'ammoniaque des tissus, est-il exhalé comme partie des sels ammoniacaux ? L'acide carbonique provient-il de la combinaison du carbone du sang avec l'oxygène aspiré, ou ne serait-il que le produit de la fermentation des substances muqueuses qui transsudent des parois du poumon, ou bien enfin que le produit de l'élaboration et de l'exhalation des divers organes que le sang a rencontrés sur sa route, et dont il a entraîné les sécrétions et les excrétions dans le torrent de la circulation? L'oxygène exhalé est-il de même nature que l'oxygène aspiré; est-il une portion de la quantité aspirée, ou provient-il de l'oxygène qui compose l'air atmosphérique emprisonné dans les tissus de l'intérieur du corps? est-ce un rebut de la respiration ou une compensation qui vient rétablir l'équilibre? Tout le problème de la vie est dans la solution de l'une ou l'autre de ces questions.

1980. En voyant que l'animal périssait également dans une atmosphère privée d'oxygène et dans une atmosphère composée uniquement d'oxygène, la physiologie en a conclu (car la physiologie académique conclut vite et roide) que, dans le premier cas, l'animal périssait faute de combustion, et dans le second par trop de combustion ; ce qui est à peu près la même chose que de dire que, dans le premier cas, il meurt faute d'oxygène, et dans le second cas, par trop d'oxygène; avec une hypothèse de plus, qui est que l'oxygène nous brûle le sang, comme il brûle le bois et le charbon en le transformant en acide carbonique. Mais si notre sang se brûle de la sorte à chaque inspiration, il ne doit plus nous en rester grand'chose au bout de la journée. Il est vrai que le système circulatoire vient en puiser de nouvelles quantités dans les produits de la digestion. Mais si nos vais-

ceux ne s'emparent de ces produits que pour les faire brûler par l'oxygène, que doit-il en rester pour l'accroissement indéfini des tissus?

1981. Quoi qu'il en soit, à la faveur du même raisonnement, et en nous basant sur les mêmes phénomènes de la respiration, nous allons démontrer tout le contraire. L'animal meurt dans une atmosphère privée d'azote, et dans une atmosphère qui n'est composée que d'azote; donc l'animal meurt dans le premier cas faute d'azote, et dans le second par trop d'azote; et comme, dans la chimie inorganique, l'azote peut se combiner avec les autres gaz aspirés pour former, soit de l'acide nitrique, soit de l'ammoniaque, soit de l'acide hydrocyanique, etc., il nous sera également permis d'admettre en théorie que l'animal meurt dans les deux expériences précédentes, 1° faute de nitrification ou par trop de nitrification du sang; 2° faute d'alcalisation ou par trop d'alcalisation du sang; 3° faute de cyanose ou par trop de cyanose. Car enfin la forme syllogistique du raisonnement est exactement la même; et dans les prémisses, il n'y a qu'un terme de remplacé.

1982. Or, quand les deux termes isolés d'un fait constaté conduisent également à une hypothèse absurde, il est évident que la vérité ne saurait se trouver que dans la combinaison des deux. Si la respiration n'est dans le cas de s'opérer d'une manière normale et continue qu'au moyen de l'air atmosphérique, c'est-à-dire qu'au moyen d'un mélange de 21 d'oxygène, de 79 d'azote, d'une petite quantité d'acide carbonique, et d'une certaine humidité, c'est que tous ces gaz ou vapeurs profitent à la respiration, et, par la respiration, à l'organisation incessante; c'est que tous ces gaz fournissent un élément au développement des tissus; et comme nos tissus animaux sont un composé d'oxygène, d'hydrogène, de carbone et d'azote, dont nous avons demandé à la théorie (842) le mode d'association, il s'ensuit que la respiration peut être supposée leur fournir, au moins en partie et sous une forme autre que celle des produits de la digestion, les quatre gaz qui forment leur base; que partant l'azote n'intervient pas comme pour affaiblir la force comburante de l'oxygène, mais pour être assimilé comme l'oxygène et au même titre que lui; que si l'oxygène et l'hydrogène se combinent au carbone pour former l'élément organique des tissus, l'azote à son tour s'unit à l'hydrogène pour fournir la base qui sert à organiser les tissus, ou pour saturer les acides qui les désorganisaient et former les sels ammoniacaux qui les incrustent. Si donc vous n'administrez à un animal que de l'oxygène seul, il mourra, non pas parce qu'il a trop d'oxygène, mais parce qu'il lui manque de l'azote, et *vice versâ*.

1983. Or comme les animaux n'élaborent pas tous les mêmes tissus, et n'affectent pas tous la même forme de développement, l'analyse élémentaire enfin de leurs organes donnant des produits différents selon les diverses espèces, il est rationnel de penser que toutes les espèces n'ont pas besoin, pour respirer d'une manière normale, que l'air ambiant soit composé des mêmes proportions. Aussi voyons-nous qu'il est plus facile d'asphyxier tel animal que tel autre; que les vers ne périssent qu'après avoir absorbé tout l'oxygène de l'air ambiant, tandis que les animaux à sang chaud, et même les insectes, tombent longtemps avant que l'oxygène de l'air ambiant ait été remplacé par le gaz acide carbonique.

1984. Ces considérations étant bien comprises, nous diviserons les gaz, sous le rapport de la respiration, en gaz *asphyxiants* et gaz *délétères*. Nous entendrons par gaz *asphyxiant,* un gaz qui ne tue que parce qu'il arrive seul et non mélangé aux autres gaz que l'organisation a besoin d'élaborer avec lui; nous entendrons par gaz *délétère,* un gaz qui désorganise les tissus, qui tue par sa présence s'il est seul, qui nuit s'il entre, pour la plus faible fraction, dans le mélange atmosphérique. Dans un gaz *asphyxiant* l'animal meurt parce que la respiration est incomplète; dans le gaz *délétère* il meurt, parce qu'elle est empoisonnée. L'azote, le protoxyde d'azote, l'oxygène, l'hydrogène, le gaz oxyde de carbone, sont des gaz *asphyxiants;* le chlore, l'iode, l'hydrogène sulfuré, l'hydrogène arséniqué, l'acide sulfureux, etc., et même l'acide carbonique, ainsi que l'a déjà démontré Fontana, sont des gaz *délétères.* Aussi dans l'asphyxie par le charbon, a-t-on lieu de remarquer que l'animal éprouve des convulsions violentes lorsque l'air qu'il respire est vicié par du charbon qui s'allume, et qu'il s'endort au contraire paisiblement du sommeil de la mort, lorsque l'air est vicié par la braise. Car, dans le premier cas, le produit de la combustion consiste principalement en acide carbonique, et dans le second en oxyde de carbone.

1985. Le nombre d'inspirations varie selon les espèces d'animaux, et selon le tempérament des individus. Il est des hommes qui respirent 14 fois par minute, et d'autres jusqu'à 27 fois. Chez le même individu, ce nombre diminue dans un état d'atonie, et augmente au contraire dans la colère

ou pendant une forte émotion. La quantité d'air inspiré et expiré varie également selon que l'aspiration est normale ou forcée, que la poitrine est plus ou moins large, que le tempérament est plus ou moins bouillant. Aussi, d'après quelques auteurs, le volume de la quantité inspirée serait de 655 centimètres cubes; elle s'élèverait à 1700 et même à près de 3000 centimètres cubes d'après d'autres. Quant au volume de l'air expiré, les chimistes sont portés à croire qu'il est moindre que le volume de l'air inspiré; mais c'est à la faveur des respirations en vase clos qu'ils ont établi cette opinion. Or il est évident qu'un animal gêné dans sa respiration doit expirer moins qu'à l'état libre. L'expérience ne représente donc nullement ce qui se passe à l'état normal.

1986. Les mouvements d'inspiration ont lieu à l'aide des contractions, principalement des muscles pectoraux, qui, en soulevant le thorax, augmentent la capacité des deux cavités dans lesquelles se logent les poumons, et, partant, dilatent ces deux organes, ce qui fait que l'air extérieur s'y porte, comme dans l'intérieur d'un soufflet. Mais si les parois thorachiques venaient à être mises en communication avec l'air extérieur par une ouverture artificielle, pratiquée entre les côtes, il est évident qu'en se dilatant elles appelleraient l'air entre elles et les poumons, qu'elles affaisseraient par conséquent les poumons au lieu de les dilater, et que l'animal mourrait étouffé, parce que l'air extérieur ne pourrait plus arriver à la surface respiratoire, et qu'il ne serait en contact qu'avec la surface qui n'a pas été organisée pour ce genre d'assimilation. Or il est des animaux chez qui une ponction semblable produit plus vite que chez d'autres ses désastreux résultats, parce qu'il est des animaux chez qui la plaie est susceptible de rester béante plus facilement que chez d'autres, et chez qui la dilatation du thorax tend à la fermer plutôt qu'à l'ouvrir; il est inutile de faire observer que le résultat dépend aussi en majeure partie du diamètre de l'ouverture artificielle.

1987. Quelques auteurs ont admis que la respiration était la source de la chaleur chez les animaux, en se fondant sur l'hypothèse qui assimile l'hématose à la carbonisation et à la combustion du carbone. Puisqu'en effet il se dégage du calorique par la combinaison de l'oxygène avec le carbone du bois, pourquoi ne s'en dégagerait-il pas proportionnellement autant par la combinaison de l'oxygène de l'air aspiré avec le carbone du sang? Sans doute il se produit de la chaleur par l'aspiration, et pour cela il n'est pas nécessaire que l'hématose soit une combustion analogue à celle du charbon. Mais il s'en produit comme dans tous nos autres organes qui élaborent; et la source de la chaleur de notre corps est dans toutes les molécules de nos tissus qui fonctionnent.

HUITIÈME ESPÈCE.

Tissus embryonnaires.

1988. Nous comprenons sous ce nom, non-seulement les organes qui ne sont pas destinés à survivre à la vie fœtale, non-seulement les tissus de la mère qui concourent à la nutrition du fœtus, mais encore tous les organes que nous venons de décrire dans l'adulte, avec les modifications qui les caractérisent aux portes de la vie, jusqu'à l'époque où l'enfant est en état de se suffire à lui-même, de respirer avec ses poumons et de digérer avec son estomac. En effet, si les produits chimiques découlent nécessairement du mode d'élaboration, on est forcé d'admettre que les produits de l'élaboration fœtale doivent être chimiquement différents de ceux de l'élaboration adulte; alors même que, sous le rapport anatomique, l'organe ne présenterait aucune différence essentielle à ces deux époques.

## § I. *Caractères chimiques des tissus embryonnaires.*

1989. L'ancienne méthode s'est peu occupée de poursuivre cette étude d'une manière régulière; et ce projet entre ses mains aurait certainement échoué. La nouvelle méthode, quoiqu'à son berceau, ne laisse pas que d'avoir rencontré un caractère qui établit une différence importante entre les tissus de la vie fœtale, et les mêmes tissus de la vie adulte.

1990. Que l'on place, dans une goutte d'acide sulfurique concentré, un lambeau d'un tissu quelconque de l'embryon, il y contractera presque instantanément une couleur purpurine intense; preuve évidente que ce tissu renferme simultanément de l'ALBUMINE ET DU SUCRE (1519); cette coloration n'aura nullement lieu à l'égard du même tissu pris à l'âge adulte. Nous avons vérifié le premier fait sur toutes les membranes de l'*utérus* de la femme et des femelles de plusieurs mammifères, à l'époque de la gestation; les trompes de Fallope seules se sont colorées en jaune; mais les ovaires, les corps jaunes et ovules; le chorion et les

fibrilles qui le recouvrent; la membrane de l'amnios; tous les tissus internes et externes du fœtus (muscles, nerfs, viscères, cordon ombilical, derme et épiderme), l'embryon de l'œuf de poule, tout ce qui appartient enfin à l'appareil si compliqué de la vie utérine, s'est coloré en pourpre dans l'acide sulfurique concentré. Mais une fois la gestation terminée, l'utérus perd cette propriété de coloration, même quand on ajoute du sucre à l'acide sulfurique; ce que j'ai vérifié sur les organes de la génération d'une femme morte à un âge fort peu avancé. Et les tissus du jeune animal rendu à la vie extra-utérine, ne se colorent en pourpre que par l'addition du sucre à l'acide sulfurique.

1991. Nous avons déjà vu que l'ovaire et l'ovule végétal, avant et un peu de temps après la fécondation (1525), se comportaient sous ce rapport exactement de la même manière que l'ovule animal. Car c'est peut-être à l'époque de la vie fœtale que les végétaux et les animaux offrent entre eux le plus d'analogie.

## § II. *Histoire de l'ovule.*

1992. Nous allons établir l'histoire de l'ovule d'après nos propres observations, dont les premières datent déjà de loin et ont toutes passé dans la science; nous les compléterons par des observations plus récentes. Nous ne discuterons la valeur des observations qui nous sont étrangères, qu'après avoir établi, sur des faits observés et des figures exactes, l'histoire du développement du fœtus, à partir de l'époque de la conception.

1993. Ovaires. — Le sperme fécondant, chez les mammifères, pénètre dans la matrice, par l'ouverture du museau de tanche, ouverture qui s'applique exactement sur celle du pénis; il traverse la matrice, organe infiniment variable de forme et de dimensions, rencontre dans le fond une ouverture de chaque côté, qui est celle des trompes de Fallope; ce sont des canaux frangés à leur extrémité libre, par laquelle ils viennent s'aboucher avec l'ovaire, par suite de leur érection amoureuse, et y déposer le sperme dont l'ovaire s'imprègne et dont l'ovule se féconde.

1994. Il y a bien longtemps que nous avons établi l'analogie et l'identité même de structure qui existe entre l'ovaire pluriloculaire des végétaux et l'ovaire des animaux; celui-ci est un ovaire de la catégorie de ceux dont les botanistes désignent les ovules sous le nom de nidulants. Rien ne ressemble mieux à un tissu cellulaire à grosses cellules que cet organe, même chez la femelle des mammifères, qu'on ne saurait étudier que par réflexion et à l'œil nu. Chez les insectes et surtout les vers intestinaux, dont l'ovaire est susceptible d'être observé par réfraction, ce rapprochement ne laisse plus le moindre doute. Les ovules s'y distinguent déjà comme tout autant de petites cellules granulées, qui augmentent en diamètre, et tendent de plus en plus à s'isoler, à mesure qu'on approche de l'oviducte, et qui dans l'utérus, où ils éclosent souvent, comme chez les strongyles, rappellent encore, quoique réellement isolés, leur précédente adhérence. Les œufs des grenouilles conservent encore cette structure cellulaire au sortir du corps de la mère, et pendant leur incubation dans l'eau; mais ce fait est surtout remarquable sur les longues traînées d'œufs gélatineux que les lymnées et les nérites de nos rivières déposent, comme une glaire, sur les tiges des végétaux submergés. On serait tenté, la première fois, de se méprendre sur l'origine de ces corps, et de n'y voir qu'une substance confervoïde, tant l'embryon ou l'œuf verdâtre jouent le rôle de tout autant de cellules vertes, de pores corticaux enchâssés un ou deux et trois ensemble dans tout autant de grandes cellules albumineuses et transparentes, qui font l'office de blanc d'œuf. Ces animaux pondent non pas des œufs, mais, si je puis m'exprimer ainsi, des ovaires, c'est-à-dire un tissu cellulaire richement infiltré, dans chaque maille duquel se trouve enchâssé un ovule. Chez les mammifères, au contraire, l'œuf seul se détache de sa cellule et ne l'entraîne pas avec lui; mais aussi il s'arrête, pour suffire à sa nutrition, dans la matrice, et s'attache à ses parois, jusqu'à son éclosion; car il lui manque une enveloppe qui abonde chez les autres.

1995. L'ovaire de la femme peut donc être considéré comme une grande cellule close, dans le sein de laquelle se sont développées d'autres cellules distinctes les unes des autres, quoique adhérentes entre elles par leur compression mutuelle.

1996. Établissons bien ce point de doctrine, savoir que dans les ovaires transparents, les cellules-œufs sont distinctes les unes des autres, qu'elles ont une enveloppe qui leur est propre. Ces œufs simples ou composés se présentent par réfraction, comme le ferait une rangée d'œufs de poule vus de loin et enchâssés dans un milieu aqueux ou transparent. Il faut donc que chacun d'eux ait, pour dévier de cette façon la lumière, une enveloppe distincte des autres œufs contigus, et une enveloppe complète et continue. Si donc tous ces œufs tiennent entre eux, ce ne peut être

que par adhérence; mais une pareille adhérence ne peut provenir que par une compression mutuelle, et cette compression chez des organes inertes ne peut être que le résultat d'une enveloppe générale, qui les emprisonne et s'oppose à leur développement. Cette enveloppe générale est la cellule externe par rapport à ces œufs; c'est la cellule maternelle qui les a engendrés, comme chacun de ces œufs va engendrer la cellule du germe. Il ne suffit rien moins que de déchirer cette enveloppe générale, les parois enfin de cette cellule maternelle, pour isoler et mettre en liberté chacun de ces œufs que l'on voit si bien enchâssés dans la glaire du mollusque; donc ils tiennent organiquement à quelque chose, à une surface quelconque. Or ils ne tiennent pas entre eux, car on peut les isoler les uns des autres complétement sans en altérer aucun, si l'on a soin de procéder délicatement à cette expérience. Donc ils tiennent à l'enveloppe générale elle-même, donc ils émanent de sa substance, donc ils sont soudés à l'une de ses parois. Ce point de soudure et d'attache, nous le désignons par le mot de *hile;* quelques œufs en portent la trace par une cicatricule. Nous l'avons rencontré fort souvent, et de la manière la plus distincte, sur les œufs des animaux inférieurs, et spécialement sur les œufs de la moule des rivières (pl. 7, fig. 25 *h*).

1997. Ces œufs de la moule ont été extraits par la ponction du ventre de l'animal, et ils en sont sortis à tous les âges, sous forme de globules sans nom et sous forme d'œufs; les uns n'ont qu'un *jaune* ou *vitellus* (*v*), les autres en offrent jusqu'à trois. Or supposez tous ces œufs observés dans le ventre de l'animal, si celui-ci était transparent, ou bien sortant enveloppés de l'organe dans lequel ils ont pris naissance, et vous aurez devant les yeux l'organe ovuligère qui est pondu d'une seule pièce par les lymnées et les nérites, vous aurez l'image d'un joli tissu cellulaire, dont chaque cellule transparente recélerait un paquet vert dans son centre.

1998. OVULE. — L'ovaire ayant aspiré puissamment, attire à lui les trompes de Fallope, qui s'épanouissent, distendues par l'*aura seminalis* qu'appelle l'aspiration de l'ovaire. Une fois cette soif d'amour étanchée, une fois l'œuvre de l'aspiration accomplie, l'ovaire, devenu inerte, abandonne l'ovule à la réaction de l'utérus ou de l'oviducte, qui l'aspire à son tour; les trompes de Fallope sucent pour ainsi dire l'œuf, le détachent de sa cellule maternelle, qui crève pour le laisser passer, et l'œuf est pondu, pour aller subir le développement de l'incubation, soit au dehors de la mère comme chez les oiseaux, les poissons, les sauriens, les insectes, etc., soit dans le bassin de l'utérus comme chez les mammifères, où l'incubation prend le nom de gestation.

1999. Il peut se faire qu'après que l'ovaire a rempli sa fonction, l'utérus se refuse à la sienne, et s'endorme oublieux du dépôt que les trompes devraient transmettre dans son sein. Dans ce cas, la grossesse, c'est-à-dire la gestation, sera extra-utérine, et l'œuf se développera plus ou moins complétement, soit dans les trompes de Fallope, s'il s'y est déjà engagé, soit dans l'abdomen, si les trompes, après l'avoir aspiré, ont manqué de force pour le reprendre, et l'ont laissé tomber en sortant; soit enfin dans la cellule maternelle même de l'ovaire. Kuhn, alors préparateur de Breschet, m'apporta un jour un ovaire de femme, qui peut-être rentrait dans la dernière de ces trois catégories; car dans l'intérieur de l'une des cellules transparentes de cet organe, on distinguait une forme d'embryon parfaitement bien dessinée par sa blancheur et sa forme de rein; il tenait à la paroi par un cordon de la même blancheur; et à la moindre pression qu'on exerçait sur la membrane, à l'aide d'une petite pointe d'aiguille, on le voyait pirouetter sur lui-même, comme fait le fœtus, même mort, observé à travers la membrane intègre de l'amnios; mais le tissu en était si délicat, et l'œuf offrait des parois si consistantes, que faute d'un instrument assez effilé, je le désorganisai en rompant l'enveloppe; cet accident ne m'arriva pourtant qu'après avoir constaté à plusieurs reprises que ce petit fœtus voguait librement dans un liquide, et ne tenait à la paroi ambiante que par un cordon ombilical assez long.

2000. Lorsque tous les organes fonctionnent avec harmonie et d'une manière normale, l'œuf des mammifères se rend, par les trompes de Fallope, dans l'utérus, organe à parois très-épaisses et compactes avant la fécondation, et qui deviennent ensuite aussi vasculaires qu'il est possible de le supposer; car, de même que le poumon, sa substance ne semble au premier abord, pendant la gestation, qu'un feûtre inextricable de veines et d'artères. L'œuf attiré par la puissante aspiration d'un pareil organe, et doué lui-même de la faculté d'aspirer la vie, et par conséquent de s'attacher partout où la vie circulera, l'œuf vient se coller sur un point quelconque de la paroi utérine, comme une greffe qui s'empâte sur le sujet, comme un parasite qui s'attache à sa proie et en

sace la substance, enfin comme une ventouse ou un suçoir, qui fait corps et s'agglutine à toutes les surfaces où son aspiration peut produire le vide. A un âge un peu avancé, on distingue sur l'œuf de la femme trois régions principales, que nous allons décrire et étudier avec détail : le CHORION, grande enveloppe externe ; la MEMBRANE de l'amnios, seconde enveloppe ou enveloppe interne qui s'implante sur la paroi interne de la première, par une portion de sa propre surface ; enfin, la vésicule EMBRYON, qui s'implante sur la surface interne de l'amnios au moyen d'un prolongement de sa propre substance, au moyen d'un cordon qui s'allonge de plus en plus.

2001. CHORION. — Le chorion est l'enveloppe externe de l'œuf des mammifères ; c'est celle qui, pendant toute la durée de la gestation, se trouve immédiatement en contact avec la surface utérine.

Au premier âge de l'œuf, à l'époque où l'œuf humain n'a encore que quelques millimètres de diamètre, la surface du chorion, en apparence lisse, est pourtant légèrement mamelonnée ; et si on pouvait alors l'observer par réfraction, on la trouverait, sous le rapport de sa structure anatomique, entièrement analogue à la coque de certains pollens (1410) (pl. 10, fig. 19), au test de l'œuf des spongilles et de celui de l'alcyonelle (*); c'est-à-dire qu'on trouverait le chorion parsemé de globules diaphanes, qui s'y montreraient enchâssés en quinconce et dans l'ordre spiralé (1563); il serait identique, enfin, avec le chorion de l'œuf de la truie, à quelque âge qu'on l'observe (pl. 12, fig. 6). Peu à peu, et à mesure que les rapports d'aspiration s'établissent entre la surface utérine et celle de l'œuf humain, chacun de ces petits globes incrustés dans la substance de l'enveloppe, fait saillie au dehors, comme un poil qui germe (1860) ; et bientôt le chorion se trouve hérissé d'un duvet comme tomenteux, qui produit le plus joli effet, quand on dépose l'œuf dans une couche d'eau, pour permettre à ces flocons de s'étaler librement dans le liquide. D'abord simples et n'offrant pas la moindre ramification, mais s'enflant au sommet, comme en une ampoule, et analogues à l'une des extrémités (*b*) du rameau représenté par la fig. 2, pl. 12, on les voit se munir, sur un point quelconque de leur surface, de petits tubercules semblables à celui dont ils sont le développement ; et chacun de ces petits tubercules s'allonge en ramuscule, pour se ramifier à son tour, et cela d'une manière indéfinie. La fig. 2, pl. 12, en représente une sommité prise sur un petit œuf humain pondu avant terme, et qui avait à peine trois centimètres de diamètre ; il était conservé dans l'alcool ; nous l'avons dessiné avec une exactitude scrupuleuse, et à la lampe, au grossissement de 100 diamètres (**).

2002. Il s'agissait, à cette époque, de décider si les *fibrilles* du chorion étaient des organes vasculaires ou un duvet sans emploi. Les anatomistes étaient partagés entre ces deux opinions, et ils prenaient parti, à la manière d'alors, en raisonnant à l'œil nu, sur des objets qu'on ne peut distinguer qu'à une forte loupe. C'est au moyen d'une investigation aussi superficielle, que l'un soutenait avoir vu ces petits organes munis d'un vaisseau, et que l'autre soutenait au contraire que c'étaient des corps non vasculaires. Et la querelle aurait duré encore longtemps sur ce pied, faute de preuves démonstratives, et surtout parce que les uns et les autres avaient également raison, qu'ils avaient réellement vu ce qu'ils avançaient, mais qu'ils l'avaient vu à une époque différente les uns des autres ; ils n'avaient tort qu'en généralisant des observations, qu'ils n'avaient faites qu'à une seule époque de la vie fœtale. Ceux qui soutenaient que les fibrilles du chorion n'étaient jamais vasculaires, que c'étaient tout simplement des organes caducs, et dont l'œuf ne tardait pas à se dépouiller, et de ce nombre était Velpeau, étaient dans l'erreur ; car tous ces flocons ne sont pas caducs, et un assez grand nombre d'entre eux persistent et deviennent vasculaires. Ceux qui soutenaient que ces organes étaient vasculaires dès le principe, avaient tort, en ce qu'ils n'avaient eu occasion de les observer que bien tard, et qu'ils ne se doutaient pas à quel ordre d'organes appartenaient les fibrilles vasculaires qui étaient tombées sous leur observation ; ils n'en auraient pas cru leurs yeux, s'ils en avaient été avertis d'avance. La plupart des polémiques ne durent si longtemps, que parce que les deux adversaires se croient placés sur le même terrain, alors qu'ils se trouvent réellement à de grandes distances l'un de l'autre.

2003. A l'époque à laquelle nous avons dessiné

(*) Pl. 21, fig. 3 et 4 de notre mémoire sur les *spongilles*, et pl. 15, fig. 5 de notre mémoire sur *l'alcyonelle*. (*Mém. du Muséum d'hist. naturelle*, tom. IV. 1827.)

(**) Mémoire sur les *fibrilles du chorion* inséré dans le *Répert. gén. d'anat.*, tom. V. 1827.

les fibrilles du chorion qui couvrent les planches 11 et 12, on observe sur tous les œufs humains une lacune plus ou moins grande dépouillée de fibrilles, et comme frappée de calvitie. Les fibrilles sont d'un beau blanc par réflexion ; mais, observées au microscope par réfraction, elles réfractent la lumière en jaunâtre. En outre, l'échantillon que j'avais sous les yeux offrait, comme incrustés dans sa substance, des myriades de globules de même diamètre, dont j'ai imité, aussi bien qu'il m'a été possible, et le diamètre et la disposition. On ne retrouverait rien de semblable sur les fibrilles d'un œuf fraîchement pondu ; car nos globules n'étaient que des gouttelettes d'huile déposée sur leur surface, par l'évaporation de l'alcool, dans lequel cet œuf avait été conservé. Le tronc de la fibrille, amputé en *a* (fig. 2, pl. 12), se subdivise en rameaux toujours grêles à la base, qui s'enflent au milieu, s'étranglent souvent un peu au-dessous de leurs extrémités, qui s'arrondissent en grosses papilles ou en forme de massues (*b*). Chacun de ces rameaux donne naissance à des tubercules (*c*) enflés vers le milieu, et terminés à leur tour en massue : ce sont les rudiments de nouveaux rameaux, qui se subdiviseront comme les autres en se développant. La fig. 3, pl. 11, représente l'insertion (*c*) de l'un de ces troncs de premier ordre (*a*) sur la surface externe (*b*) du chorion. La fig. 1, pl. 11, représente, vues également par réfraction, les insertions (*b*) des rameaux secondaires (*a*), dans l'intérieur même de la substance des troncs principaux (*a*), dont la partie corticale (*c*) a été exprès déchirée, pour rendre le phénomène plus perceptible au moyen des deux réfractions.

2004. A cette époque, il est évident que nulle vascularité n'existe dans ces organes, et qu'aucun genre d'injection ne saurait parcourir l'intérieur de ces embranchements, et arriver d'un rameau à un autre; car les membranes traversées par un réseau vasculaire n'offrent jamais et ne sauraient offrir une organisation analogue; on n'y trouve point de pareils étranglements, de semblables tubérosités; les vaisseaux diminuent insensiblement de calibre, à mesure qu'ils s'approchent du sommet; et ils s'agrandissent à mesure qu'on redescend de leur sommité à la base d'où ils partent. La branchie du protée, fig. 2, pl. 11, offre éminemment cette différence caractéristique des tissus vasculaires. On y distingue un vaste réseau dessiné en noir par la coagulation du sang. Rien de semblable ne s'offre sur la fig. 1 ; ou plutôt on y observe une organisation toute contraire. Enfin j'ai obtenu des tranches transversales du tronc de ces fibrilles ; la fig. 3, pl. 12, en représente une observée à un grossissement de 100 diamètres ; il suffit d'en voir le dessin pour repousser toute idée d'une vascularité quelconque ; les seuls accidents qu'on y rencontre (*a*) sont les traces de l'insertion des rameaux sur la substance du tronc, dont la portion corticale s'observe en (*b*).

2005. Lorsqu'on laisse sécher l'un de ces organes sur le porte-objet du microscope, on est exposé à être dupe d'une illusion qui porterait à les considérer comme vasculaires ; car il arrive fréquemment qu'il se forme sur leur surface comme de petits canaux qui imitent un vaisseau ; la fig. 4, pl. 12, en représente un dans cet état. Mais ces prétendus canaux sont l'œuvre des bulles d'air, courant de proche en proche, emprisonnées par la membrane qui s'attache à la lame du verre, la soulevant en bosselures ou en canaux ; en effet, en recouvrant cette membrane d'une nappe d'eau, et en promenant la pointe d'une aiguille sur le dos de ces faux vaisseaux, on arrive à chasser l'air sous forme d'une bulle (577), et la membrane reprend sa primitive simplicité.

2006. Enfin ces troncs vasculaires sont susceptibles de se désemboîter, comme tout autant de couches qui se recouvrent les unes les autres. La fig. 1, pl. 12, en représente un tronçon, sur lequel j'ai enlevé d'abord une couche corticale (*a*) qui se détache en ruban (*b*), et laisse à nu un emboîtement plus transparent (*c*), dans le milieu duquel on en voit un autre (*d*), qui se révèle par une ombre longitudinale, à travers la transparence de l'emboîtement médian (*c*). A cette époque, les fibrilles du chorion ne sont donc nullement vasculaires ; et toutes celles qui conservent cette organisation ne tardent pas tomber, à se détacher de la surface du chorion, comme un feutre de même convexité que lui, comme une *caduque* enfin, pour employer une expression fort usitée de la controverse. La portion de surface du chorion, qui auparavant était ornée de ce duvet, est dès lors dénudée et comme frappée de calvitie.

2007. Mais la nature n'a pas organisé si largement et développé ces petites végétations sur une aussi grande échelle, pour qu'elles ne servent à rien qu'à l'amusement de l'observateur ; la nature ne perd pas son temps à faire des riens, et il est constant que tout organe doit avoir sa destination. Ces organes sont des organes d'aspiration,

des appendices d'une branchie, par laquelle le fœtus doit aspirer et se nourrir, des suçoirs (1634) qui cherchent à s'implanter sur une surface nourricière, et à fixer l'animal embryonnaire; en un mot, idée à laquelle les anatomistes n'avaient jamais songé, ces fibrilles sont destinées à former, par leur développement indéfini, le *placenta* fœtal.

2008. En effet, dès que l'une de ces fibrilles se trouve en contact avec la portion de la surface de l'*utérus*, qu'elle s'y est appliquée en vertu d'une aspiration réciproque, dès ce moment, une révolution s'opère dans la structure de la fibrille; elle va devenir organe vasculaire, car elle va remplir une longue fonction. On trouve dès lors chaque rameau (pl. 13, fig. 3) canaliculé dans son centre, à mesure qu'il multiplie ses rameaux; il se feutre par suite de son développement indéfini, et il présente dans le sens de sa longueur une ligne noire (*b*), qui dénote ou un vaisseau ou la séparation de deux vaisseaux, l'un afférent et l'autre déférent, et qui aboutit jusque dans le voisinage de l'extrémité implantée (*c'*); les autres extrémités (*c*) non encore implantées sur la surface utérine, conservant leurs anciennes formes et leur structure tuberculeuse non vasculaire. Ces lignes noires passent d'un ramuscule dans un rameau, et de celui-ci dans le rameau suivant, en sorte que, dans un tronc quelconque (*a*), on trouve autant de ces lignes noires que le tronc reçoit à la fois de rameaux différents, et toutes ces lignes viennent se perdre ensuite dans un canal commun qui pénètre dans le chorion. A cette époque, si on injecte le chorion par le canal ombilical, l'injection colorée parvient jusqu'auprès des dernières extrémités des fibrilles du chorion, mais chaque ramuscule n'offre alors qu'un seul canal injecté, ce que nous avons très-bien observé sur une masse de fibrilles du placenta fœtal de la brebis, que Breschet avait eu la complaisance de nous faire injecter pour cette étude. Le fait pourtant ne serait pas une preuve à nos yeux que la fibrille soit traversée par un seul canal; il est en effet probable, par son analogie avec une branchie, que chaque ramuscule possède un canal afférent et un canal déférent, et que, si l'injection n'en dénote qu'un seul, c'est qu'elle ne saurait passer de l'un dans l'autre, vu qu'elle n'a été faite que par un seul vaisseau. Il est probable que si l'on injectait à la fois une veine et une artère du cordon ombilical, les deux vaisseaux de la fibrille se dessineraient par deux colorations différentes. Il serait possible pourtant que le canal fût unique, et que la fibrille ne fût chargée que d'aspirer les sucs nutritifs de la surface de la matrice, fonction qui n'exigerait qu'un seul canal, et non d'apporter le sang à l'hématose et à l'oxygénation, fonction qui exigerait un canal afférent et un canal déférent. Quoi qu'il en soit, à cette époque, les fibrilles du chorion sont devenues vasculaires et susceptibles de donner issue aux injections colorées.

2009. Placentas foetal et utérin. — Chez le fœtus humain, dès qu'une sommité vasculaire (*c'*, pl. 13, fig. 3) s'est abouchée avec la surface utérine, qu'elle s'y est appliquée à la manière des suçoirs, une autre sommité ramusculaire (*c*) du même tronc tend à devenir vasculaire à son tour, et à s'appliquer à son tour sur la surface utérine, en se ramifiant et en donnant naissance à de nouveaux tubercules, et cela dans une progression qui ne cesse qu'avec la vie fœtale; développement qui ne saurait avoir lieu, sans que les ramuscules s'entrelacent entre eux, se feutrent d'une manière inextricable; et ce feutre prend de jour en jour des dimensions et une consistance telles, que les anatomistes n'y ont vu, chez le fœtus humain, qu'un gâteau (*placenta*), qu'une excroissance implantée sur le chorion, pénétrée d'anfractuosités nombreuses, recouverte *d'une lamelle mince, et se continuant par sa circonférence et une partie de sa face utérine avec la membrane caduque repliée* (*), organe sur lequel nous nous expliquerons plus bas. Les anatomistes, en effet, ne l'ont étudiée qu'à la vue simple et sur le délivre des fœtus plus ou moins âgés; aussi les voit-on tomber dans les dissidences les plus grandes, quant à la description des détails.

2010. Le placenta humain n'est que l'agglomération feutrée des fibrilles du chorion, qui sont devenues vasculaires en s'appliquant sur la surface utérine; toutes celles à qui ce privilége a été refusé sont tombées avec la forme que nous leur avons reconnue dans le jeune âge (pl. 12, fig. 2) (2003); il est très-probable que la plupart des anatomistes ont vu une membrane caduque, dans ce feutre détaché du chorion, mais non encore expulsé hors de l'utérus.

2011. Ces faits admis comme démontrés par l'observation directe, il serait impossible de ne pas reconnaître que la surface utérine et la sommité papillaire de ces ramuscules sont douées

(*) Velpeau, *Ovologie humaine*, p. 63 et 65. 1833.

d'une mutuelle aspiration, qu'elles s'attirent l'une et l'autre, ou au moins que la sommité fibrillaire attirée sur la surface utérine, en aspirant les sucs ou les gaz qui en émanent, s'y colle et s'y implante par ce seul mécanisme, comme le ferait le suçoir des céphalophodes (1634); et elle y reste implantée tant que la surface utérine fournit des matériaux à cette aspiration. Or cherchons à nous tracer d'une manière graphique la marche de ce phénomène et ses conséquences immédiates. Soit la sommité B, fig. 8, pl. 11, une sommité d'une fibrille du chorion animée tout à coup de la faculté d'aspirer, et revêtue des fonctions d'une branchie. L'uniformité de sa surface qui n'offre pas le moindre accident, indique assez que cette fonction n'est pas affectée à une portion plutôt qu'à une autre, mais qu'elle est inhérente à toute la périphérie. Or, l'aspiration est comme l'attraction, elle agit et augmente en proportion du carré de la distance. La portion (*a*) de la fibrille B viendra donc s'appliquer sur la portion (*aa*) de la surface utérine A, et mettra par conséquent la portion (*b*) de la fibrille en rapport éloigné avec la portion (*bb*) de l'utérus. La membrane de celui ci, attirée ainsi des deux côtés et par une action lente et constante, viendra peu à peu s'appliquer sur la circonférence (*ab*) de la fibrille, dont la sommité se trouvera logée de cette manière dans une espèce de cavité. Par un effet de la même cause, la surface comprise entre *cc*A viendra s'appliquer sur les portions c correspondantes de la fibrille B; et ce mécanisme continuant entre toutes les portions marquées des mêmes lettres sur la surface A et la surface B, la cavité utérine aura augmenté de profondeur dans la proportion de *a* : *h*. Si l'on venait alors à retirer la fibrille avec un certain effort, et que la vie ne fût plus là pour la tenir accolée sur la surface utérine, elle en sortirait comme un doigt sort du gant, et la surface de l'utérus serait marquée d'un alvéole. Or remarquez que cette expérience aurait lieu sur des objets microscopiques, et que partant elle serait invisible à l'œil nu; c'est pour cela que le fait a échappé aux anatomistes.

2012. Mais cette disposition devient visible à l'œil nu sur les placentas des animaux d'une autre espèce, sur les placentas des ruminants, par exemple. Soit, en effet, un des placentas de la vache (fig. 1, pl, 13). Les fibrilles du chorion (fig. 2, *fl*) en sont épaisses et larges à leur base et bordées çà et là de prolongements ramifiés, rougis par la circulation sanguine. Tous les petits vaisseaux qu'on y distingue presque à l'œil nu viennent se décharger dans le vaisseau (*v*) correspondant du chorion, qui lui-même vient aboutir au cordon ombilical. Or, si l'on cherche à séparer doucement le placenta utérin (*u*, fig. 1) du placenta fœtal (*f*), on voit distinctement chacun de ces petits flocons (*fl*) sortir d'une cavité correspondante de la surface utérine, exactement comme une main sortirait d'un gant; et si l'on a soin de tenir béante l'anfractuosité utérine (*e*) qui logeait cette houppe de fibrilles, on distinguera clairement qu'elle est à son tour la contre-empreinte ramifiée de tous ses plus petits ramuscules; elle offre la plus grande analogie avec l'un des entonnoirs ramifiés qu'on observe sur l'ouverture de nos plus grandes ammonites (1821).

2013. On observe la même structure sur l'un quelconque des placentas de la brebis (fig. 4 et 5, pl. 13).

2014. Deux tissus étrangers ne sauraient s'appliquer l'un contre l'autre, se pénétrer de la sorte, s'aspirer enfin mutuellement, sans occasionner, sur toutes les surfaces qui les supportent ou qui les environnent, un développement proportionnel; pour le transport des produits d'une aussi active élaboration, il faut que les vaisseaux se dilatent; et de pareils produits ne sauraient manquer, avant d'arriver à l'embryon, de profiter aux surfaces qu'ils traversent. Aussi remarque-t-on que la surface utérine acquiert une épaisseur et des caractères nouveaux, là où s'appliquent les fibrilles vasculaires qui forment le feutre du placenta fœtal; et d'un autre côté on voit la portion du chorion, sur laquelle sont implantées les fibrilles, s'enrichir de vaisseaux et acquérir une épaisseur et une consistance pour ainsi dire tendineuse (1800), qui semblerait en faire un organe circulaire distinct du reste de la périphérie du chorion. C'est à cette surface épaissie du chorion humain que s'appliquerait d'une manière moins équivoque l'expression de *placenta fœtal*, le *placenta fœtal* des anatomistes n'étant qu'un appendice de celui-là, qu'un feutre de fibrilles aspirantes. Le *placenta utérin* est l'empreinte dont les *fibrilles placentaires* du chorion sont le relief; ce sont deux accidents de surface, déterminés sur un point plutôt que sur un autre par la rencontre de deux aspirations. Le *placenta utérin* s'efface après le part, et son tissu, se dépouillant peu à peu de sa vascularité insolite, finit par se confondre, sous le rapport de l'aspect extérieur et de la structure intime, avec la substance du reste de l'*utérus*. Le *placenta fœtal* n'est point un organe passager, c'est un organe caduc, et qui ne survit pas à l'existence fœtale.

2015. L'œuf humain n'offre à l'œil nu qu'un *placenta fœtal* unique implanté sur un seul *placenta utérin*. Mais cette unité n'est qu'apparente; car elle est la somme de toutes les unités ramifiées que nous avons désignées sous le nom de fibrilles du chorion; et chacune de ces fibrilles peut être considérée comme étant un *placenta* isolé. Chacune d'elles, en effet, émane du chorion, et se développe en ramifications indéfinies; chacune d'elles s'abouche avec un vaisseau venu du cordon ombilical; et si, au lieu de se multiplier et de se feutrer d'une manière aussi compacte, ces fibrilles ne s'étaient développées en organes aspirants, qu'à des distances susceptibles d'être mesurées sans le secours du microscope, il est incontestable que chacune d'elles eût été comptée comme un *placenta fœtal;* l'œuf humain aurait alors offert l'analogie la moins récusable avec l'œuf des ruminants; la surface du chorion et la surface utérine auraient été ornées de tout autant d'excroissances placentaires, de tout autant de *cotylédons*.

2016. Cette disposition est très-saillante sur l'œuf de la vache et sur celui de la brebis. De distance en distance, on rencontre, sur la surface du chorion de ces animaux, de petits boutons, par lesquels la surface de l'utérus s'abouche presque d'une manière intime avec la surface du chorion. La fig. 5, pl. 13, représente un de ces boutons qui appartient moitié à l'utérus (*pc, u*) et moitié au chorion (*pc, f*). Il serait difficile de distinguer ce qui appartient à l'un de ces deux organes et ce qui appartient à l'autre, tant ils font corps ensemble et présentent la même coloration; mais il suffit de tirer l'utérus dans un sens et le chorion dans l'autre, pour séparer les deux placentas, comme nous l'avons dit ci-dessus à l'égard des placentas de la vache (fig. 1). La fig. 4 représente ce bouton fendu par le milieu, après qu'on eut injecté en bleu le système vasculaire (*v*) de la brebis (*pc, u*), et en vermillon le système vasculaire du chorion (*pc, f*). Les extrémités fibrillaires se dessinent, comme un arc de cercle teinté de petites arborisations couleur de rouille, qui tracent à l'œil la ligne de démarcation du *placenta fœtal* (*pc, f*) et du *placenta utérin* (*pc, u*). Tous ces petits boutons (fig. 5) sont donc tout autant de *placentas* analogues entre eux et analogues chacun au *placenta humain*. S'ils s'étaient développés plus rapprochés les uns des autres, et de telle sorte que l'œil de l'observateur n'en eût pas aperçu la séparation et la distance, l'utérus de la brebis et celui de la vache n'auraient eu qu'un seul placenta. Chez la brebis et chez la vache, ces placentas sont distribués en quinconce et d'après la disposition spiralaire; comme chacun d'eux s'abouche avec un vaisseau émané du cordon ombilical, il s'ensuit que le réseau vasculaire, qui semble se restreindre, chez l'œuf humain, à la surface immédiatement appliquée sur l'utérus, s'étend au contraire sur toute la surface du chorion de la vache et de la brebis.

2017. Les fibrilles du chorion, qui ne sont développées en organes vasculaires, chez l'œuf humain, que sur une étendue circulaire dont le cordon ombilical serait le centre, se sont développées au contraire, chez l'œuf du chien, sur une étendue que nous pourrions comparer à la zone torride d'une sphère armillaire, c'est-à-dire sur une bande assez large qui forme un anneau complet autour de l'œuf, et qui occupe environ le tiers médian de la surface totale.

2018. Mais pour qu'une fibrille du chorion soit en état de suffire à ses fonctions de branchie, il n'est pas nécessaire qu'elle acquière, dans tous les cas, un développement rameux quelconque; et puisque chacun des rameaux de la fibrille que nous venons d'étudier n'aspire que par sa sommité papillaire, il est rationnel de penser qu'elle aspirerait tout de même, si dès le principe de sa métamorphose vasculaire, elle était restée à la forme papillaire par laquelle elle s'est manifestée au dehors; et c'est ce qui est arrivé chez l'œuf de la truie, dont le chorion est parsemé de milliers de ces organes rudimentaires, qui font à peine saillie au dehors, qui ne se distinguent que comme des astéroïdes répandues en quinconce sur un fond bleu, comme des taches arrondies d'un ou deux millimètres de diamètre, et distantes entre elles de la longueur de leur diamètre; la fig. 6, pl. 12, en offre une vue au microscope. Elle a l'air d'un globe immense enchâssé dans une substance réticulée, que traversent çà et là des vaisseaux qui sont rendus visibles ici par une injection rouge. La substance réticulée est celle du chorion. Le globe est la papille aspirante réduite à sa plus grande simplicité, et qui s'abouche en dessous avec un rameau du réseau vasculaire. Le chorion de l'œuf de la truie n'offre pas d'autre éminence placentaire; et sa surface s'a[illegible]que exactement et sans aucun accident de structure sur celle de l'utérus.

2019. L'étude chimique du chorion et de ses appendices placentaires, n'offrirait pas d'autres caractères que les tissus vasculaires de tout autre organe de l'œuf; et, si jamais l'analyse est dans

le cas de surprendre quelques différences caractéristiques dans les produits du chorion, il est probable que cette différence se retrouvera également dans les tissus pulmonaires et branchiaux.

2020. Lorsqu'on détache violemment le placenta circulaire du chien, de la surface de l'*utérus*, il s'en échappe un liquide vert bleuâtre, épais, analogue au pigment de la peau des grenouilles. Si l'on cherche à reconnaître la région qui donne lieu à cette hémorragie, on découvre que sur sa surface interne, la zone placentaire est divisée, perpendiculairement à ses bords, en cinq compartiments alternativement vert bleuâtre et purpurins, en trois compartiments de la première couleur et en deux de la seconde. Le liquide qui s'écoule vient évidemment des trois premiers; on dirait que ceux-ci sont exclusivement consacrés à la circulation veineuse, et n'apportent à la surface utérine que du sang veineux, et que les deux autres sont exclusivement affectés à la circulation artérielle, et à rapporter au fœtus le sang hématosé par le contact des deux placentas utérin et fœtal. La surface interne des uns et des autres est pour ainsi dire gaufrée et marquée en relief, par de grosses anastomoses comme tendineuses, et par le réseau des vaisseaux sanguins, qui convergent tous vers le cordon ombilical.

J'ai soumis le liquide verdâtre à quelques essais chimiques, dans le but d'en découvrir l'analogie par sa nature intime.

L'ammoniaque le dissout pour ainsi dire, et s'en colore en vert bleuâtre. L'alcool à froid s'en colore à son tour; mais nullement l'éther sulfurique qui ne le tient pas même un instant en suspension, après qu'on l'y a agité assez fortement. L'eau le tient en suspension et le laisse ensuite déposer avec lenteur; mais trois jours après, au mois de décembre, il s'y est manifesté une odeur de décomposition, quoique le liquide ne fût ni acide ni alcalin; au microscope on n'y observe que des grumeaux coagulés et colorés ou opaques, selon leur épaisseur, épars dans un liquide incolore.

Cette matière enlevée avec la lame d'un scalpel, et abandonnée à la dessiccation spontanée dans un verre de montre, n'a pas changé de coloration, elle n'en est devenue qu'un peu terne. Incinérée dans une cuiller de platine, elle s'est enflammée en petillant et décrépitant, comme le fait l'albumine de l'œuf; elle s'est boursouflée ensuite jusqu'à acquérir un volume considérable, et a fini par laisser des cendres fortement colorées en rouge; j'ai jeté ces cendres dans l'eau distillée, qui dès ce moment a donné des traces d'acidité, et elles ont bleui d'une manière très-prononcée par le prussiate ferruré de potasse aiguisé d'acide nitrique. L'eau pure n'enlevait rien aux cendres, qui donnât le moindre louche appréciable par la réaction de l'ammoniaque, de l'oxalate d'ammoniaque, du nitrate d'argent, de l'acétate de baryte. Dissoute dans l'acide nitrique étendu, elles n'ont pas réagi davantage. Mais le prussiate ferruré de potasse a bleui le liquide d'une manière plus intense.

2021. La coloration de la matière vert bleuâtre du placenta du chien a donc pour base le fer à un état de combinaison quelconque. L'albumine domine dans le liquide ci-dessus, et elle se coagule en grumeaux, au sortir des vaisseaux dans lesquels le liquide circule. Le phosphate d'ammoniaque se décèle par l'acidité des cendres; et ici les sels calcaires n'ont pas été assez abondants pour saturer l'acide du phosphate décomposé par le feu. Ce liquide, ainsi que nous l'avions prévu plus haut, n'est autre que le sang veineux, si je puis m'exprimer ainsi, de la surface placentaire, qui va successivement s'hématoser et rougir, en se mettant en contact avec la surface de l'utérus.

2022. Vésicule de l'amnios. — Avant d'atteindre l'embryon emprisonné par la vésicule externe que nous venons d'étudier, par le chorion, on rencontre une vésicule plus interne, aussi complète que le chorion qu'elle tapisse, aussi imperforée que lui; c'est la vésicule de l'amnios que l'anatomie, attachant moins d'importance à la forme vésiculaire de l'organe, qu'à la structure intime du tissu, désignait sous le nom de membrane de l'amnios. La vésicule de l'amnios est insérée par une portion de sa surface sur la surface interne du chorion; elle fait corps avec lui, et c'est par ce point d'insertion que le cordon ombilical de l'embryon distribue ses vaisseaux dans la substance du chorion même. Pour se rendre compte de ces rapports, soit une coupe diamétrale d'un œuf humain (fig. 7, pl. 11); le cerce (*ad*) étant le trait du *chorion*, *b* sera le trait de la vésicule *amnios*, qui vient avec le cordon ombilical de l'embryon s'insérer sur le chorion sous le point *e*, par lequel le chorion lui-même s'insère sur la surface utérine (*cc*).

2023. La vésicule de l'amnios, épaisse et albumineuse dans les premiers jours de la conception, devient avec le temps mince, transparente et pelliculeuse; aucun vaisseau sanguin ne se distribue dans son épaisseur. Mais ce n'est pas à dire pour cela qu'elle ne soit nullement vasculaire; en

effet, si on observe à un grossissement de 100 diamètres seulement la membrane de l'amnios de la truie, on la trouve composée de cellules accolées les unes contre les autres, aplaties par épuisement, marquées au centre par un petit point noir; enfin, ce tissu a toute la structure du tissu caduc des parois buccales (1906) (pl. 11, fig. 6, *a*), ou mieux de l'épiderme de certaines feuilles végétales. A un grossissement de 500 ou mieux de 1000 fois, la structure de ce tissu présente un réseau de mailles vasculaires hexagonales, de canaux circulant autour de cellules hexagonales aplaties, et chacune de ces cellules offre comme un *pore cortical* enchâssé dans son aire. La membrane de la vésicule amnios est donc organisée, comme la théorie l'indiquait d'avance, et partant vasculaire; mais le liquide qui circule dans le réseau de sa vascularité est blanc, au lieu d'être rouge, et n'émane pas immédiatement du réseau vasculaire, que l'on désigne plus spécialement sous le nom de sanguin.

2024. Nous avons fait observer que telle n'est pas la structure intime de la membrane amnios à tous les âges; il serait contradictoire dans les termes, d'admettre qu'un organe qui grandit et se développe conserve le même aspect. Au premier âge elle est épaisse, et enveloppe l'embryon, en s'appliquant immédiatement sur sa surface, et se moulant sur toutes les saillies de son corps. Mais à l'époque où les deux placentas se sont abouchés, on voit la vésicule amnios amincir progressivement ses parois, et se remplir d'un liquide, qu'on désigne sous le nom d'*amniotique;* c'est ce liquide qui s'écoule sous le nom des *eaux*, à l'instant de la parturition.

2025. Les *eaux de l'amnios* ont été analysées par un assez grand nombre de chimistes; et de tous leurs résultats il est logique de conclure que les eaux amniotiques ne sont qu'une dissolution d'albumine.

D'après Vauquelin, l'eau de l'amnios de la femme ne contiendrait que 1,2 pour 100 de substances dissoutes. D'après Bostock, ce résidu s'élèverait à 1,66 pour 100. D'après Frommherz et Gugert, au contraire, le résidu de l'évaporation serait de 3 pour 100; et tout chimiste qui les analysera de nouveau obtiendra un chiffre différent, à moins qu'il ne les observe juste à la même époque qu'un autre; car la proportion de la partie aqueuse augmente, et celle de l'albumine dissoute diminue avec l'âge du fœtus. D'après les chimistes, l'eau de l'amnios est jaune et trouble, car ils n'ont observé l'amnios qu'après l'expulsion de l'œuf; mais il n'en est pas de même, lorsque l'œuf est attaché en parasite sur la surface utérine. Nous avons eu l'occasion de l'examiner, à travers les parois transparentes de l'utérus d'une chienne vivante dont le ventre était ouvert, et nous lui avons reconnu la couleur bleuâtre et limpide des solutions albumineuses dans leur état de vie et d'intégrité; l'eau de l'amnios nous semblait, sous le rapport de la couleur, analogue à l'albumine de l'œuf de cane. Le papier de tournesol rougi et celui de curcuma (54) l'indiquent fortement alcaline; elle se coagule par l'ébullition et par l'alcool; elle précipite abondamment par les acides nitrique et hydrochlorique, par la potasse, faiblement par l'acide acétique. Par le chlorure de mercure, le précipité devient d'un beau rouge au bout de quelques minutes; par la noix de galle, le précipité est abondant et d'un jaune clair. Par la distillation, on en retire du carbonate et un peu d'hydrosulfate d'ammoniaque. Le précipité par la potasse est un composé de phosphate et de carbonate calcaire combiné à une matière animale. Frommherz et Gugert disent y avoir trouvé une matière salivaire, sans doute parce qu'ils ont pensé que l'embryon crachait dans le liquide; puis de l'acide benzoïque et de l'urée, découverte qui prouverait que l'embryon humain urine dans la capacité de l'amnios. Mais la première assertion est une hypothèse, et peut-être la seconde est une erreur. Il serait possible que l'urée et l'acide benzoïque des auteurs ne fussent que des produits illusoires de l'opération. Au reste, on rencontrerait ces résultats à presque tous les âges de la vie fœtale; or il est une de ces époques où l'embryon n'offre pas une seule perforation sur sa périphérie, et où il est enveloppé d'une membrane générale et épidermique sans la moindre solution de continuité; il est partant une époque à laquelle, avec la meilleure volonté du monde, l'embryon ne saurait ni expectorer, ni saliver, ni rendre des selles, ni uriner.

2026. Proust, Vauquelin et Buniva, Dulong et Labillardière, Dzondi, ont analysé les eaux de l'amnios de la vache; mais leurs résultats sont, sur ce point, encore plus divergents que ci-dessus. D'après Proust, l'eau de l'amnios de la vache, dans les premiers temps de la gestation, se compose de 97,70 eau, 0,26 albumine, 1,66 de lactate et de matière extractiforme solubles dans l'alcool, 0,38 de sucre de lait, de sels et de matière extractive soluble dans l'eau et insoluble dans l'alcool. D'après Vauquelin et Buniva, l'eau de l'amnios de la vache, loin d'être alcaline, comme chez la femme, rougit au contraire le tournesol et con-

tient un acide particulier, l'acide *allantoïque*. Mais Dulong et Labillardière, Dzondi, et après eux Lassaigne, ont obtenu des résultats contradictoires; ils ont trouvé que l'eau de l'amnios était analogue à celle de la femme, que l'eau de l'allantoïde était analogue à l'urine; et Dzondi a démontré que l'acide amniotique signalé par Vauquelin ne se trouve que dans le liquide allantoïque; et que, par conséquent, Vauquelin aura fait à son insu l'analyse d'un mélange des eaux des deux cavités. Quant à la pesanteur spécifique de ce liquide, elle variera, ainsi que nous l'avons fait observer à l'égard du résidu, en raison de l'âge du fœtus.

En définitive, ces analyses n'indiquent aucun caractère chimique qui distingue le liquide de l'amnios de tout autre liquide renfermé dans une séreuse. Mais, au lieu d'attacher une si grande importance aux résultats désorganisateurs de l'analyse chimique, demandons aux phénomènes de la vie, des renseignements capables de nous conduire, sinon à la solution complète du problème, du moins à la position philosophique de la question. L'embryon croît et se développe dans le sein de cette membrane, d'après le mécanisme qui continuera à présider à son accroissement pendant sa vie adulte (1900). Le canal alimentaire étant imperforé, tout aussi bien que le canal urinaire, dans la première époque, l'eau de l'amnios ne saurait rien contenir d'analogue aux fèces et à l'urine. Mais l'accroissement ayant lieu du dedans au dehors du fœtus, et les membranes externes, l'épiderme et le derme, se détachant à mesure qu'une nouvelle couche vient les déplacer et les repousser au dehors, il est évident que l'eau ambiante doit s'enrichir de jour en jour du produit de cette excoriation incessante. Il n'est pas rare de rencontrer des fœtus humains ou autres espèces, dont l'épiderme et le derme se détachent comme une vésicule, dans laquelle l'embryon jouerait librement, ou qui s'appliquent encore comme une tunique sur son corps. C'est sur une membrane semblable que nous avons pris la fig. 7, pl. 13 (*). Ce tissu humecté par le liquide ambiant n'est rien moins que comparable à l'épiderme de l'adulte; ce n'est point un tissu albumineux desséché, et il a une plus grande tendance que l'épiderme de l'adulte à se dissoudre dans l'eau aiguisée ou alcalisée par un réactif. Or l'eau de l'amnios étant alcaline, indique suffisamment que ce tissu, dont se dépouille fragment par fragment le fœtus, ne doit pas tarder d'abord à se désagréger, et ensuite à se dissoudre, pour augmenter la masse d'albumine qui s'y trouve déjà en dissolution.

2027. A l'époque où l'animal s'approche des portes de la vie adulte, le derme se fend aux deux extrémités du canal intestinal, sur les voies urinaires, sur les oreilles, le nez, les yeux. Mais le fœtus ne vivant alors que par aspiration et s'assimilant tout ce qu'il aspire, ne saurait rendre au dehors rien qui ressemble au résidu de notre digestion, aux fèces de l'adulte; et d'un sang élaboré par une nutrition, pour ainsi dire, aérienne, les reins ne doivent rien extraire qui ressemble tant à l'urine de l'enfant plus âgé. En sorte que l'amnios ne doit renfermer que de l'albumine avec tous les sels terreux qui la caractérisent; et les produits ammoniacaux de la transsudation, produits si riches en hydrochlorate et en acétate d'ammoniaque.

2028. Allantoïde. — A l'extrémité du cordon ombilical (*e*, fig. 7, pl. 11), et dans la substance du chorion même, se développe, chez certaines espèces d'animaux, telles que les ruminants, le chien, le cheval, etc., une cavité remplie d'un liquide spécial qui offre la plus grande analogie chimique avec l'urine du fœtus. Cette cavité communique avec la vessie au moyen d'un canal qui traverse le cordon ombilical, et qui prend le nom d'*ouraque*. Cette cavité n'est point, comme la cavité amniotique, revêtue d'une membrane libre sur la plus grande partie de sa circonférence; elle n'est pas une vésicule proprement dite et indépendante de la vésicule ambiante; c'est une cavité que le liquide émané de la vessie est venu se pratiquer dans la substance même du chorion, dans la région placentaire, et que l'on doit invariablement trouver, quand elle existe, entre la surface interne de l'amnios et la surface externe du chorion, et à l'extrémité d'une droite qui passerait par le cordon ombilical, et dont l'embryon formerait l'autre extrémité; elle doit s'étendre, comme le placenta humain, de telle sorte que le cordon ombilical s'insère toujours sur son centre. L'ouverture, par laquelle l'*ouraque* se décharge dans sa capacité, doit être diamétralement oppo-

(*) La définition de l'épiderme ne saurait paraître plus défectueuse que lorsqu'on l'étudie à l'âge fœtal; car il se détache avec une épaisseur qui ne permet pas de le considérer comme une membrane simple; sur la figure 7, pl. 13, on distingue deux feuillets, dont l'un (*b*), le plus externe, est pour ainsi dire l'épiderme de l'autre (*a*), lequel est épais et marqué de globules, qui indiquent peut-être la place où se seraient développés les poils (1860). Chez le poulet, l'épiderme est cellulaire.

sée à l'ombilic du *fœtus* ; et la paroi qui est immédiatement recouverte par la couche placentaire doit faire face à l'embryon. En un mot, on doit pouvoir se la représenter, par rapport à l'embryon, en réduisant par la pensée l'un et l'autre à sa plus simple expression, comme deux ampoules de verre unies par un tube dont elles formeraient les extrémités enflées. C'est enfin au point *e* (fig. 7, pl. 11) que doit se trouver placée l'allantoïde; car c'est là qu'on la rencontre invariablement chez les animaux, qui en offrent une de la manière la moins équivoque. Enfin le liquide que renferme la cavité qu'on aurait l'idée d'assimiler à l'allantoïde doit être analogue, sous le rapport chimique, à celui que renferme, au moment de l'observation, la vessie ou l'appareil urinaire de l'animal.

2029. Nous venons de définir et de circonscrire cet organe de manière à couper court à bien des discussions, qui ne se prolongent que parce que les auteurs n'ont pas posé philosophiquement la question. Nous venons de supposer que, chez certains animaux, la vessie urinaire pousse devant elle un liquide qui dédouble le cordon ombilical, s'y pratique un canal comme vasculaire, et vient dilater la substance du chorion en une capacité où le trop plein du liquide de la vessie se décharge; mais si la vessie n'éprouvait pas le besoin de se décharger de l'excès du liquide qui la distend, ce liquide ne s'infiltrerait pas à travers le cordon ombilical et ne cheminerait pas jusqu'au placenta. L'œuf alors n'aurait pas d'allantoïde; et l'analogie seule indiquerait la place qu'elle aurait occupée, si elle avait dû se former. Si le liquide de la vessie ne s'avançait que jusqu'à moitié du cordon ombilical, le cul-de-sac qu'on trouverait dans la substance du cordon ombilical serait alors l'*allantoïde*. Or l'analogie ne doit jamais donner le coup de pouce à l'observation; elle ne doit pas se tourmenter à trouver partout les mêmes développements; il doit lui suffire d'en pouvoir désigner la place et le linéament. De même qu'il serait absurde de chercher le cloaque du poulet sur le fœtus des mammifères, de même il serait absurde de vouloir à tout prix rencontrer l'allantoïde des *ruminants*, sur l'œuf de l'oiseau ou de l'homme; et nous déclarons qu'à l'égard de l'homme on a pris des monstres pour la réalité; l'œuf normal de l'homme, à aucune époque de la vie fœtale, n'offre aucun organe analogue à l'*allantoïde* que l'on distingue si bien chez les *ruminants*, le cheval, le chien, le porc, etc.

2030. C'est dans l'*allantoïde* de la vache que la chimie a trouvé l'*acide allantoïque*, que Vauquelin avait d'abord désigné sous le nom d'*acide amniotique* (2026).

2031. CORDON OMBILICAL. — C'est le hile de l'embryon, le point d'attache de l'embryon avec la double vésicule qui l'enveloppe; c'est le développement en longueur de la portion par laquelle la *vésicule* qui était destinée à former l'embryon s'est développée, pour parler le langage de la *théorie spiro-vésiculaire*, sur la paroi de la vésicule MATERNELLE, génératrice de la vésicule *chorion et amnios*; c'est par ce prolongement que l'embryon et ses enveloppes continuent à former la même unité animale, pendant toute la durée de la vie fœtale; qu'ils participent à la même respiration et à la même circulation; que les artères du fœtus se distribuent dans la surface placentaire; que les veines de la surface placentaire rapportent au fœtus le sang retrempé par la respiration, et que les nerfs émanés de la moelle passent avec les veines, pour porter l'impulsion vivifiante, sans laquelle nulle élaboration animale ne saurait avoir lieu. Le placenta respire et élabore donc; il n'est point privé de nerfs. Le cordon ombilical, chez les mammifères, etc., s'allonge à mesure que le fœtus se développe. Chez l'oiseau, au contraire, il conserve à tous les âges presque les mêmes dimensions (fig. 20, pl. 19, *om*).

2032. Sur le cordon ombilical, on remarque une espèce de torsion, un relief en spirale, que nous trouvons important de signaler, plus spécialement que toute autre circonstance, depuis la découverte de la théorie spiro-vésiculaire. Il serait intéressant de ne pas perdre de vue ce rapprochement dans l'étude des œufs, et de constater les modifications que présente cette structure dans les œufs jumeaux. Le cordon ombilical n'offrirait-il pas alors une spiralité croisée ?

2033. VÉSICULE OMBILICALE DU VITELLUS OU JAUNE DE L'OEUF DES OISEAUX. — Le jaune d'un œuf de poule est un organe sphérique, non pas rempli, comme on le dit ordinairement, d'une huile jaune, mais dont la structure est celle d'une grande vésicule, dans le sein de laquelle s'est développé, d'une manière indéfinie, un tissu albumineux, à cellules peu consistantes, remplies d'une huile nutritive, autour desquelles circule un liquide coloré en jaune, et destiné, comme le liquide sanguin, à fournir à l'élaboration des cellules, et à porter les produits de l'élaboration au fœtus, dont le germe fécondé se voit, avant l'in-

cubation, appliqué sur une portion quelconque de la surface externe du jaune. Le germe appartient organiquement au jaune; il en est et la continuation, et comme la région dorsale; ce jaune prend le nom générique de *vitellus ;* il tient par un *hile* à l'albumen ou blanc d'œuf; mais pour mettre à découvert ce *hile,* il est nécessaire de coaguler l'un et l'autre organe, l'albumen et le jaune, par la chaleur. Il se dessine alors sur la paroi interne (*om*, pl. 19, fig. 22) du blanc d'œuf, comme un double cercle qui retient souvent des fragments du jaune, lequel n'adhère nulle part ailleurs. Sur le jaune, on remarque une solution de continuité correspondant à la portion de substance qui est restée adhérente au blanc d'œuf; et, sur le point diamétralement opposé à cette solution de continuité se remarque l'ébauche du germe (*em*, fig. 21, pl. 19), qui semble se replier sur lui-même, comme le serpent qui se mord la queue. Ce *hile* est le cordon ombilical, réduit à sa plus simple expression; et le jaune est la vésicule ombilicale, dont le grand diamètre transversal est terminé d'un côté par le cordon ombilical, et de l'autre par le germe.

2034. Lors donc que les anatomistes voudront nous démontrer l'existence d'une vésicule ombilicale chez les œufs des mammifères, ils devront nous la faire voir sur le trajet du cordon ombilical, se confondant avec lui par son axe, et non implantée par un pédicule, soit sur le cordon, soit sur ou tout près de l'ombilic; car, dans ce cas, ce qu'ils nous montreraient ne saurait être qu'un produit anormal ou morbide, puisqu'il ne se trouverait pas à la place qu'occupe rigoureusement la vésicule ombilicale normale. L'analogie, en effet, ne déplace rien. Or, à ce prix, l'œuf des mammifères n'offre rien qui puisse prendre le nom de vésicule ombilicale et de jaune, à quelque âge qu'on l'observe.

2035. Différences de forme que peut présenter le placenta foetal, selon les diverses espèces de mammifères. — Nous avons défini le placenta fœtal, toute cette portion du chorion qui parvient à se mettre en communication avec la surface utérine. D'après cette définition, toute la surface du chorion de la vache ou de la brebis qui porte des placentas partiels (2016), est le *placenta* général de l'œuf et l'analogue du *placenta* plus feutré de l'œuf humain. Lorsque la cavité de l'utérus est simple et sphéroïdale, le chorion doit avoir un placenta en segment de sphère. Si l'utérus était allongé et formant un tube cylindrique d'un diamètre tel qu'à tous les âges l'œuf se trouvât pressé par ses parois, le *placenta*, comme on l'observe chez le chien, formerait un anneau, une zone autour du grand axe de l'œuf; mais s'il arrivait que l'utérus fût bifide, qu'il offrît deux cornes et une double cavité, dont les deux surfaces fussent dans le cas d'exercer sur l'œuf la même attraction aspiratoire, le placenta, attiré également dans les deux sens, finirait par s'allonger à son tour en deux cornes; et c'est ce que l'on observe chez l'œuf de la brebis. La fig. 18, pl. 19, le représente à un âge voisin de la parturition, mais extraordinairement réduit par le dessin; on voit le fœtus (*foe*) emprisonné dans son amnios, et l'amnios recouvert de son chorion, qui forment une poche imperforée. Le cordon ombilical (*c*) est fort court; son ouraque (2028) se décharge dans une cavité cylindroïque (*at*), qui est remplie du fluide allantoïque. Quant au placenta, compris par les quatre lignes ponctuées qui convergent en *pc*, il n'avait rien moins, dans le principe, que cette forme connue; l'œuf de la brebis a commencé par la forme de tous les œufs, sphérique, puis ovoïde, puis cylindroïde, puis s'insinuant par ses deux bouts dans les deux cavités de l'utérus, et poussant çà et là des points d'adhérence, des cotylédons placentaires (pl. 13, fig. 5), qui attachent la portion nouvellement développée, contre la surface correspondante de l'utérus qui l'attire. Aussi remarque-t-on au bout de chaque corne une excroissance blanche non vasculaire, sur laquelle on n'aperçoit pas encore un seul bouton placentaire; c'est la portion qui se développe et qui allonge de jour en jour le placenta; c'est la sommité du rameau qui végète; c'est l'analogue de la gemme terminale du rameau végétal; c'est le germe du développement indéfini des cornes placentaires; et cette extrémité s'émacie, se flétrit en une espèce de fil, lorsque l'utérus n'aspire plus l'œuf, et que l'instant de la parturition est arrivé; c'est la forme qu'elle offre en *β*, sur l'œuf qui a servi à la fig. 18, pl. 19. A mesure que ce bouton terminal avance dans l'utérus, il lui arrive un vaisseau placentaire, et il lui pousse un cotylédon qui l'attache de plus en plus à la surface utérine. Or tout développement se fait autour d'un axe central qui en forme la charpente, autour d'un axe médullaire qui porte la vie de la base au sommet; aussi, de même que chez l'œuf humain, le cordon ombilical se distribue en nervures saillantes, mais rayonnantes, du centre de son insertion sur toute la surface d'un placenta circulaire, de même chez

l'œuf de la brebis, le cordon ombilical envoie un prolongement comme tendineux et vasculaire (α), dans chaque corne du placenta ; et ce prolongement s'allonge, à mesure que la gemme terminale avance, apportant des faisceaux vasculaires à chaque nouveau cotylédon. Dans un utérus de truie ou de cheval, l'œuf de la brebis aurait eu une forme ovoïde ; son placenta aurait recouvert la cavité allantoïde (*at*), car c'est par là que l'enveloppe générale, le chorion, se serait principalement abouchée sur la surface de l'utérus.

2036. La place du placenta foetal est-elle indiquée d'avance sur la surface du chorion ?— Nullement. La surface du chorion est, dans le principe, une branchie générale qui aspire sur tous les points. Le chorion peut s'attacher à l'utérus par toute sa surface, et ses fibrilles aspiratoires s'aboucheront avec l'organe nourricier. Mais l'œuf n'est pas appelé à rester stationnaire ; le fœtus doit grandir, et ses enveloppes doivent céder à cet accroissement. Or cette dilatation des enveloppes est incompatible avec une durable adhérence ; ce qui s'étend ne saurait rester attaché. Il arrivera donc qu'à une certaine époque la surface du chorion présentera deux régions bien distinctes, l'une adhérente à l'utérus, et y puisant continuellement la vie, et l'autre libre, distendue de plus en plus en forme d'une vessie, dont le tissu s'amincira en proportion, et à la manière des tissus épuisés.

2037. La place du placenta utérin n'est pas plus fixée d'avance que celle du placenta fœtal ; l'œuf s'attache sur la surface qui l'aspire davantage ; car dans toute impulsion, le corps mis en mouvement, suit invariablement la résultante.

2038. Mais dans tous les cas, le cordon ombilical devra se trouver invariablement au centre du gâteau placentaire, parce qu'il est le centre de l'aspiration, et que partant il ne saurait étendre son impulsion plus dans un sens que dans un autre. Par quelque point du chorion que l'œuf s'attache sur la surface utérine, le cordon ombilical finira toujours par se trouver au centre du gâteau. Supposez, en effet, que l'adhérence de l'œuf embryonnaire (pl. 11, fig. 7) ait lieu par le point *a* du chorion ; il est évident que ce point sera immédiatement en rapport avec le cordon ombilical (*om*). Le point *a* deviendra donc pour ainsi dire la continuation du cordon ombilical, le centre de la réciproque aspiration de l'œuf et de l'utérus, et dès ce moment c'est de là que rayonnera la vascularité, qui doit se prêter à la respiration fœtale ; le point *a* deviendra donc en peu de temps le centre du gâteau placentaire, et le point d'insertion du cordon ombilical. Si l'adhérence du chorion a lieu sur le point (*d*), celui-ci deviendra à son tour le centre du gâteau placentaire, comme sur cette figure le point (*e*) est le point privilégié.

2039. Différences et analogies des oeufs qui doivent éclore par gestation et des oeufs qui doivent éclore par incubation ; des oeufs des animaux vivipares et des oeufs des animaux ovipares. — Animés par la fécondation, se détachant de l'ovaire par le besoin de vivre, les œufs, ou bien sont expulsés au dehors du corps de l'animal, et dans ce cas l'utérus n'est qu'un oviducte, ou bien, ils s'attachent à la surface de l'oviducte, qui prend alors le nom d'utérus. Dans le premier cas, l'animal est ovipare (oiseaux, reptiles, batraciens, poissons, insectes, mollusques, infusoires) ; dans le second cas, l'animal est vivipare (mammifères, certains vers intestinaux, cétacés). Il doit paraître évident que dans ces deux cas, l'œuf ne doit pas être identique sous le rapport des détails de son organisation ; l'un, en effet, doit renfermer en lui-même les moyens de nutrition et de vie que l'autre puise sur la surface utérine. Cherchons à nous rendre compte des différences organiques, qui découlent nécessairement de cette différence de destination.

2040. Je prends pour point de départ l'œuf humain. Dans l'œuf à terme, je trouve le fœtus enfermé dans une vésicule (*b*, pl. 11, fig. 7), remplie d'un liquide albumineux mélangé à tous les produits de la transsudation et de l'excrétion de l'animal. Le chorion (*ad*) est aussi aminci que la membrane de l'amnios (*b*), partout où sa surface est libre de toute adhérence avec l'utérus (*cc*). Mais il n'en a pas été toujours de même. Dans les premiers instants de la gestation, à l'époque où le fœtus, embryon informe à nos yeux, n'était qu'un simple globule à peine éveillé par la vitalité, la capacité de l'amnios (*b*) ne renfermait aucun liquide excrétoire, aucune cavité ; l'amnios, tissu albumineux et d'une grande épaisseur, enveloppait l'embryon animal, comme le périsperme enveloppe l'embryon végétal, c'est-à-dire en s'appliquant exactement sur toute sa périphérie. c'était de l'albumine organisée (1505) en une épaisse vésicule, à la paroi interne de laquelle tenait le fœtus, par un *hile* qui n'était point encore le cordon ombilical. Le chorion aussi épais, et d'un tissu aussi riche en sucs organisateurs,

que l'est l'amnios à cette époque, le chorion s'appliquait, par sa paroi interne, sur la paroi externe de l'amnios, aussi exactement que la paroi interne de l'amnios s'applique sur la surface externe de la vésicule embryon. Par une coupe transversale, qui passerait par l'axe de cet œuf, on aurait mis à nu trois surfaces emboîtées et concentriques : l'interne appartenant à l'embryon, la médiane à l'amnios, l'externe au chorion ; et ces trois surfaces tenant l'une à l'autre par un *hile*, seraient également gélatiniformes. Mais dès que le chorion s'est abouché avec l'utérus, toute la portion qui n'élabore pas, se sacrifie à l'élaboration, se dépouille peu à peu des sucs organisateurs, qui distendent ses cellules ; celles-ci s'aplatissent sous l'effort interne qui les distend, et le chorion apparaît tôt ou tard comme une vésicule pelliculeuse partout où elle n'est pas placenta. La vésicule amnios se sacrifiera à son tour, partout où elle ne tiendra pas par son hile, à la surface placentaire du chorion ; l'albumine de son tissu s'épuisera au profit de l'embryon qui se développe, et cet organe épais, ce périsperme albumineux, finira, comme le périsperme des léguminacées, par devenir une membrane dont l'anatomie en grand refusera même de reconnaître l'organisation ; sa capacité sera alors distendue par tous les liquides dont l'assimilation ne profitera pas. Supposons qu'avec l'organisation que nous venons de reconnaître au jeune œuf, en descendant progressivement de l'âge auquel nous l'observons plus fréquemment avec le scalpel de l'anatomiste ; supposons, dis-je, que, doué d'une organisation semblable, il se présentât un cas d'avortement qui nous permît de l'observer à une époque où ses dimensions ne sauraient être appréciables qu'au microscope. L'œuf serait nécessairement transparent, car l'albumine n'est jamais opaque sous un pareil volume. Au microscope, il nous apparaîtrait nécessairement comme une sphère transparente, renfermant dans son sein une sphère plus opaque, et dans le sein de celle-ci un point sphérique d'une plus grande opacité. Nous aurions sous les yeux un œuf analogue à l'œuf des mollusques (pl. 7, fig. 25). A une époque plus avancée, la zone externe et plus transparente que l'interne, nous apparaîtrait refoulée en une espèce de test, remplacée dans sa transparence par la zone plus interne, et le point opaque médian aurait remplacé celle-ci ; à cette époque, l'œuf aurait une espèce de coquille élastique et membraneuse, un albumen et un vitellus.

2041. Dans l'œuf des ovipares nous retrouvons numériquement les mêmes organes, les mêmes emboîtements. Le chorion infiltré de sucs albumineux dans l'ovaire, s'est rapidement épuisé de ses sucs en passant par l'oviducte, et, dans cette infiniment courte incubation, il s'est distendu et ossifié, en sacrifiant son organisation au profit de l'accroissement albumineux de la vésicule plus interne. Ce chorion, c'est la coquille de l'œuf, plus ossifiée sur sa surface externe que sur sa surface interne, et qui se dédouble facilement en une croûte cassante et en une pellicule qui la tapisse et qui lui adhère çà et là plus ou moins intimement ; l'œuf offre alors un vaste et épais amnios organisé en un tissu riche en substances albumineuses ; c'est le blanc d'œuf. Le cordon ombilical est fort court, c'est un *hile* simple ; et l'embryon est une sphère organisée et riche en substances oléagineuses, substances qui chez l'adulte profitent tant au développement des tissus ; ici la graisse ou le jaune occupe la plus grande partie de l'embryon, dont l'embryon proprement dit ne semble qu'un léger accessoire. L'embryon de cet œuf possède en abondance un approvisionnement que l'embryon des mammifères puise sur la surface utérine, pendant toute la durée de la gestation. Si l'embryon humain s'était infiltré, par sa région abdominale, d'une aussi grande quantité de substance oléagineuse, il nous eût apparu avec la forme, la couleur et le nom du *jaune*, ou du *vitellus* de l'œuf de poulet. L'œuf de poule, à l'instant où il est pondu, correspond à l'œuf humain, et à l'œuf des mammifères, lorsque ceux-ci n'ont pas encore le volume d'un grain de millet. Ses vésicules sont ainsi, à l'instant de la conception, infiltrées de sucs organisateurs, trente fois plus en diamètre ou environ 27,000 fois plus dans les trois dimensions, que chez l'œuf des mammifères ; car l'œuf d'oiseau doit suffire lui-même à son incubation.

2042. Observation importante sur l'étude des organes transparents. — Ce n'est pas seulement au microscope que l'on est exposé à être dupe des illusions de la réfraction (587) ; on n'en est certes pas préservé, lorsqu'on observe à l'œil nu, et que l'on procède à la dissection, non plus à la pointe d'une aiguille, mais le scalpel à la main ; et c'est principalement dans l'étude de l'embryologie que les exemples de ces sortes de méprise se multiplient. Nous allons formuler succinctement les principes qui doivent constamment présider à cette série d'observations.

1° La transparence d'une région n'est nullement l'indice d'une absence complète d'organisation, et

l'on peut rencontrer des tissus organisés qui laissent passer la lumière de la même manière que le ferait le liquide le plus pur. Il suffit, en effet, pour cela, ainsi que nous l'avons déjà démontré plus d'une fois, et spécialement au sujet de l'albumine de l'œuf de poule, il suffit que la substance incluse dans les cellules organisées ait le même indice de réfraction que les parois de celle-ci : ces deux substances ainsi associées ensemble forment dès lors une unité réfringente.

2° Un organe transparent peut tout à coup paraître multiple, quand il commence à devenir opaque, soit en s'infiltrant de sucs autrement réfringents, soit en s'ossifiant d'une manière progressive ; car dans ce cas il ne sera pas opaque partout, et l'observateur sera exposé à voir des développements nouveaux dans les fractions d'un développement unique.

3° Un organe peut manifester sa présence, par cela seul qu'il se sacrifie au développement des organes nouveaux, et par cela seul qu'il tend de jour en jour à ne plus être organe ; car en se sacrifiant aux développements voisins, il videra ses cellules, dont les parois par conséquent tendront de plus en plus à se distinguer, par un pouvoir réfringent différent, du liquide qui se modifie et change de nature ; et dès lors ces cellules se dessineront, aux yeux de l'observateur, sous l'aspect d'un réseau à mailles plus ou moins serrées.

4° L'ossification commençante d'un canal cylindrique est dans le cas d'être prise pour la substance même de l'organe contenu. Supposons, par exemple, que le canal rachidien, d'abord transparent comme la moelle épinière incluse, et nullement susceptible d'en être distinguée par réfraction, supposons que ce canal soit surpris par l'observateur aux premières phases de son ossification ; comme l'ossification cheminera des deux côtés vers la ligne médiane, et que la ligne médiane devra être alors plus transparente que les deux lignes parallèles qu'elle sépare, et comme du reste l'observateur ne se sera pas rendu compte de l'origine des deux lignes opaques, il sera porté à y voir la formation de la moelle épinière elle-même, et il établira en principe que la moelle épinière, que dis-je, que la masse encéphalique tout entière est double, et se forme par la réunion et le rapprochement de deux masses isolées dans le principe.

5° On s'est étrangement trompé, quand on s'est représenté un vaisseau comme un organe indépendant, et qui aurait son unité, comme un nerf ou un muscle. Un vaisseau n'est que le dédoublement de deux cellules accolées ensemble ; ses parois ne lui appartiennent pas : donc partout où l'on voit par transparence se dessiner des veines et des artères, on doit infailliblement prononcer que là existe une membrane organisée si invisible qu'elle soit, qui lie entre eux tous ces canaux de la circulation, et qui limite tout ce système vasculaire.

6° Cette dernière observation s'applique principalement aux cas d'éventration sur lesquels on a basé la théorie de la formation des intestins chez le fœtus, idée qui paraîtra tôt ou tard bizarre, à ceux qui se seront pénétrés des faits sur lesquels nous avons établi depuis longtemps la théorie vésiculaire. On a admis que les intestins rentraient dans le ventre de l'embryon, à peu près comme le chirurgien les y fait rentrer par la plaie qui les en avait fait sortir ; et cela parce qu'on a vu des sujets chez lesquels les intestins se dessinaient pour ainsi dire hors de l'abdomen, à cause de la transparence de celui-ci. Dans ce cas les intestins sont réellement inclus dans l'abdomen, mais seulement les parois de l'abdomen sont restées transparentes, et n'ont pas acquis l'organisation musculaire qui doit les rendre opaques plus tard. Il est absurde de penser que la nature organise le fœtus, comme nos cuisinières farcissent les poulets de nos tables, en lui faisant rentrer dans le ventre, ou le jaune, ou les intestins, sauf à ceux-ci à se souder ensuite par un bout à l'estomac et par l'autre à l'anus, absurdité que la haute faveur de nos académies protégera pourtant encore longtemps.

7° Pour bien se rendre compte des rapports et de la nature des organes du fœtus, rien n'est plus lucide que de se les représenter à une époque plus avancée, de prendre cette époque pour point de départ, de redescendre ensuite jusqu'à l'époque de l'observation directe, en rapetissant chaque organe par la pensée et par des dégradations insensibles, et en se demandant, à chaque ton de cette gamme, sous quelle forme et avec quel aspect chaque organe de l'adulte se dessinerait à cette époque, sous les yeux de l'observateur, et quelle région chaque organe occuperait dans la topographie générale du corps. On arrive de la sorte à faire rentrer toutes les anomalies apparentes dans l'harmonie, dont la nature ne se départ pas plus au commencement qu'à la fin de la vie individuelle.

Ces observations une fois comprises, passons à l'étude du développement de l'œuf.

2043. DÉVELOPPEMENT DU FOETUS DES VERTÉBRÉS, CONSIDÉRÉ SOUS UN POINT DE VUE GÉNÉRAL. — Le

fœtus, avant la fécondation, n'est que la vésicule plus interne de l'œuf, et ne diffère des deux autres qui l'emboîtent, que par son aptitude à recevoir l'impulsion de la vie, qui n'est que l'impulsion du développement. Elle tient à la vésicule amnios, comme la vésicule amnios tient à la vésicule chorion, et comme celle-ci devait tenir également à la vésicule de l'ovaire. Or dans cette vésicule centrale existe la charpente de toute l'organisation future de l'adulte; chaque organe futur occupe, dans cette vésicule embryonnaire, la place que l'anatomie constatera plus tard sur l'animal; mais chaque organe, inerte comme l'embryon lui-même, affecte la forme vésiculaire comme lui. La fécondation apporte, dans le sein de cette organisation assoupie, la tendance au développement, et l'œuf s'élance vers les milieux, où il pourra respirer librement et s'assimiler les produits gazeux; il arrive à l'air extérieur, ou il s'arrête sur des surfaces éminemment respiratoires, pour vivre indépendant dans le premier cas, et parasite dans le second. Dès ce moment, la couche externe de l'œuf se sacrifie à son développement, et au développement de la couche plus interne; elle s'émacie et s'amincit en se sacrifiant, comme la seconde s'émaciera et se sacrifiera à son tour. Le fœtus s'allonge et prend déjà la forme d'un rein, dont le cordon ombilical serait l'uretère; point de saillies apparentes, point de membres thorachiques ou pelviens, point d'accident qu'on puisse désigner comme le germe d'un organe; car tout est enchâssé sous la même enveloppe qui doit se sacrifier et tomber à son tour, comme l'amnios, repoussée par le développement en longueur des organes qu'elle recouvre. Ce qui se montre avant tout ensuite, c'est la masse encéphalique; car c'est d'elle qu'émanent tous les développements; rien ne s'accroît que sous l'empire de son impulsion et de son influence; il ne doit pas pousser un poil que le nerf ne l'ait amené juste à la place qui lui est réservée. Aussi, à une certaine époque, l'animal ne semble qu'une boîte encéphalique que la scie de l'anatomiste aurait détachée du thorax, de l'abdomen et du bassin; une tête énorme et une queue, une forme de têtard de grenouille, pour ainsi dire, c'est sur ce canevas que la nature semble broder toutes les formes zoologiques qui caractérisent, en continuant leur développement, les diverses espèces animales. Car bientôt les deux extrémités se dessinent d'une manière spéciale, la tête s'allongeant ou s'arrondissant, la bouche s'avançant pour terminer l'axe, ou se repliant pour s'ouvrir sous le front; chez les uns, quatre petits tubercules faisant de plus en plus saillie au dehors, deux sur la région thorachique, deux sur la région abdominale, symétriques deux à deux, organisés sur le même type, et ne devant différer plus tard que sous le rapport des proportions; ce sont les quatre membres, qui, chez les batraciens, ne poussent même que sur l'animal sorti de l'œuf, et lui arrivent, chez certains d'entre eux, comme pour remplacer l'extrémité caudale, qui tombe à l'époque de leur complet développement.

2044. Admirable spectacle pour le philosophe, qui peut suivre des yeux la manière dont la nature fait éclore une incalculable variété de formes d'une aussi grande uniformité; comment, avec les mêmes globules, elle modèle et façonne des organes différents, et comment, d'une simple vésicule sphérique, elle amène au jour, par la magie de la fécondation, l'homme et le plus petit ciron, à peu près tels que deux rayons émanés du même centre, et qui s'écartent ensuite à l'infini! On dirait que, dans le germe, tous les animaux sont congénères et doués du même nombre d'éléments globulaires d'organisation, et que, s'ils diffèrent plus tard, c'est que tel globule a pris chez l'un un développement plus grand que chez l'autre, que le globule qui s'est développé chez celui-ci est resté stationnaire chez l'autre, et qu'enfin toutes les différences qui les caractérisent plus tard ne sont que des différences de dimensions.

2045. Bientôt la circulation se colore par l'hématose de la gestation ou de l'incubation, et vient révéler sa présence à l'anatomiste, qui n'y croirait pas sans sa coloration. Le canal intestinal se dessine de la bouche à l'anus, et en repliant ses anses sur elles-mêmes, il refoule au dehors l'abdomen, et semble l'éventrer, si les parois en sont transparentes. La nutrition arrive à ce canal par l'ombilic, qui est, pour ainsi dire, la cavité buccale du fœtus; elle passe par le foie, qui semble en être l'estomac; et les lymphatiques l'absorbent tout entière pour la jeter dans le torrent de la circulation. Les poumons sommeillent à cette époque, car le placenta fœtal aspire pour eux; le sang n'y arrive que comme à tout autre organe, et comme par accident, car l'aspiration ne l'appelle pas dans les canaux interstitiels des cellules pulmonaires; les deux cœurs sont en communication entre eux par une ouverture, par le trou de Botal; car la communication du sang artériel et du sang veineux n'a pas encore lieu dans la région pulmonaire.

2046. Mais une révolution se prépare; l'animal,

pourvu de tous les organes qui peuvent se prêter à une vie indépendante, s'exerce comme machinalement à écarter et à rapprocher ses mâchoires : à la mastication et à la respiration (*). Chez les mammifères, l'utérus n'apporte plus au placenta fœtal des produits capables de fournir à l'existence qui se complète ; le placenta tend à s'en détacher par le mécanisme contraire à celui qui l'attachait auparavant ; il repousse au lieu d'attirer, il agit par expiration au lieu d'agir par aspiration. L'animal, dont toutes les cavités se dilatent pour suffire à de nouvelles fonctions, ne peut plus être contenu dans ses propres enveloppes ; elles crèvent sous l'effort de l'utérus, et lancent dans l'espace l'animal qui l'aspire de ses poumons, et lui rend par un cri l'air qu'il vient de lui prendre. A ce signal, le sang change de route ; car l'air qui l'attire lui vient d'ailleurs ; il se porte, avec l'impétuosité de l'éclair, par l'artère pulmonaire, dans les canaux vasculaires du poumon, continue sa route avec la même vélocité par la veine pulmonaire ; le cœur est traversé dès lors par deux courants parallèles qui s'élancent en sens inverse avec la même rapidité ; le trou de Botal doit rester vide ; ses deux parois doivent donc se rapprocher, comme deux membranes entre lesquelles on fait le vide ; il se ferme sans retour, et l'animal a deux cœurs (**). Désormais le placenta de sa nutrition est sur la surface de son canal alimentaire ; le placenta de sa respiration est sur la surface de ses organes pulmonaires ; l'animal est parasite des aliments qu'il s'administre, de l'air dans lequel il est plongé, et de la chaleur dont la lumière l'enveloppe. Il s'appartient au même titre que sa mère.

2047. Dans l'œuf d'oiseau, que réchauffe la mère, qu'elle couve de son plumage, mais qui ne saurait s'attacher en parasite à la surface de l'organe qui l'a pondu, le placenta extérieur est remplacé par l'albumen ; et l'embryon est pourvu, autour de son ombilic et sur toute la région abdominale, d'un développement graisseux, qui, de simple accessoire, semble, dans les premiers instants, devenir le principal, et que nous désignons sous le nom de jaune. Ce jaune ne rentre pas dans l'abdomen, comme on l'a dit ; il ne sert pas à former les intestins ; il est l'abdomen lui-même, espèce de couenne graisseuse et d'épiploon, qui se sacrifie, comme tous les tissus graisseux (1485) peuvent le faire, au développement des organes, et se sacrifie en vidant ses cellules de leurs sucs oléagineux, en se désinfiltrant, en s'aplatissant enfin, faute de liquide qui rende ses cellules turgescentes ; l'analogie de ce jaune avec l'épiploon devient saillante sur le petit moineau que représente la fig. 20, pl. 19 ; on voit le jaune se peindre sur l'abdomen, et se diviser supérieurement en trois pointes, qui font corps, comme tout le reste, avec toute la région qui recouvre les intestins d'une part, et avec le cordon ombilical (*om*) de l'autre. A cette époque, qui est voisine de l'éclosion, le réseau vasculaire, qui émane du cordon ombilical, se distribue dans toute la substance de l'albumen (*al*), qui apparaît alors comme tout tissu cellulaire épuisé de ses sucs, c'est-à-dire réduit aux parois de ses cellules et au réseau sanguin qui portait la circulation autour de chacune d'elles. L'albumen est devenu dès lors un *placenta* indépendant, protégé, dans son élaboration, par l'imperméabilité de la coquille (*cq*).

2048. Existe-t-il une communication directe entre le système vasculaire de la mère, et le système vasculaire du foetus ? — Cette question a longtemps agité les embryologistes ; et les *oui* et les *non* ont semblé longtemps s'appuyer sur des preuves également irréfragables. Ceux qui

(*) Sur une chienne pleine que nous venions de faire éventrer, en décembre 1827, Breschet et moi, nous avons pu remarquer très-bien ce phénomène à travers la transparence de l'amnios : les petits chiens remuaient la mâchoire comme pour respirer, de la même manière que le faisait un autre dont nous avions déchiré les enveloppes, et qui se trouvait en contact immédiat avec l'air extérieur. Ce mouvement se répétait en moyenne environ toutes les demi-minutes, quelquefois plus tôt, quelquefois plus tard ; mais ce mouvement n'était certainement qu'un prélude et non l'exercice de la fonction : l'animal s'essayait plutôt qu'il ne respirait. En effet, plongé dans le liquide de l'amnios, il n'aurait pu respirer que du liquide, ce qui ne saurait s'admettre. Ce n'était pas non plus un acte de déglutition qu'il exécutait par ce mouvement ; car on ne voyait pas le liquide se porter dans l'intérieur de la bouche et en sortir, tourbillonner enfin, par ces espèces de remous que la déglutition ne manque pas de produire. Quoi qu'il en soit, ces mouvements se répétaient avec une certaine périodicité et une certaine fréquence.

(**) Pour mieux concevoir la théorie que nous donnons par anticipation de l'obturation du trou de Botal, supposez la construction suivante : qu'on adapte une pompe aspirante et foulante à un système membraneux, composé de deux cercles de tuyaux abouchés entre eux par une communication qui représentera le trou de Botal ; si vous pratiquez deux ligatures sur l'un des cercles, de chaque côté du point par lequel il communique avec l'autre, le liquide circulant par le jeu de la pompe aspirante et foulante reviendra indéfiniment sur lui-même, en passant par l'analogue du trou de Botal ; mais qu'on enlève tout à coup la ligature et qu'on aspire fortement, la circulation s'établira dans les deux cercles, comme s'ils n'en formaient qu'un seul ; et les deux parois opposées, entre lesquelles cesse de passer la circulation, se rapprocheront et se souderont ensemble sans retour.

soutenaient que les vaisseaux du fœtus s'abouchent avec les vaisseaux de la mère, les veines de l'un avec les artères de l'autre, que le fœtus enfin ne doit son sang qu'à une transfusion, ceux-là invoquaient en leur faveur les résultats de l'injection, qui leur avait paru passer d'une manière sensible, du placenta fœtal dans le placenta utérin, et *vice versâ*. Mais ils ne jugeaient de ce résultat qu'à l'œil nu; et il est facile de confondre de cette façon un effet de perforation avec un effet d'injection, et de croire que le liquide colorant a suivi la direction d'un canal, quand il s'est fait jour en forçant un cul-de-sac et qu'il s'est glissé entre deux membranes contiguës. Comment ne pas admettre que l'impulsion imprimée par le piston de la seringue, soit capable d'éventrer des tissus aussi jeunes et aussi délicats que ceux des placentas agglutinés ensemble? Enfin, on invoquait, en faveur de la même opinion, les cas fréquents d'hémorragie utérine; c'est-à-dire des cas exceptionnels en preuve d'une thèse générale. Or l'hémorragie aurait dû être la règle générale et non l'exception, s'il existait une communication directe entre les vaisseaux du placenta fœtal et ceux du placenta utérin; car les veines et les artères ne se ferment pas d'elles-mêmes, lorsqu'on a pratiqué sur leur passage une solution de continuité. Chacun sait que la ligature la mieux faite des artères n'en prévient pas toujours l'hémorragie.

2049. Ceux qui soutenaient l'opinion contraire, s'appuyaient sur les raisons que nous venons d'opposer aux premiers; mais ils étaient fort embarrassés, quand ceux-ci, laissant de côté les objections, leur demandaient de leur expliquer, sans communication directe, comment il se formait du sang dans le fœtus, qui auparavant n'en avait pas; car le sang dans l'opinion des uns et des autres était un liquide sacré, immuable, transmissible, et qui devrait passer inséparablement avec la vie dans un milieu animé. Ils demandaient pourquoi le cordon envoyait tant de vaisseaux au placenta utérin, si ce n'est pour y prendre et en ramener le sang de la mère au fœtus; car l'analogie du placenta échappait aux uns et aux autres, et la question aurait changé de face, s'ils avaient pu la deviner. Quelques physiologistes observèrent que les globules du fœtus présentaient des dimensions différentes de ceux du sang de la mère, qu'ils étaient plus gros chez certains fœtus; donc ces globules ne venaient pas de la mère. Mais ici les physiologistes ne jugeaient du sang que par les globules, sans lesquels pourtant le sang peut exister. Ils ne savaient pas encore que les globules ne sont qu'un précipité globulaire d'albumine, précipité qui peut affecter des formes et des dimensions diverses, sous l'influence de circonstances que nous évaluerons en leur lieu; en proie à une trop vive préoccupation systématique, ils n'avaient pas aperçu que très-souvent la même goutte de sang renferme des globules de forme et de dimensions différentes, et que si l'on examinait les globules au passage du sang des veines dans les artères par la voie des capillaires, on rencontrerait souvent des régions, dont les globules du même courant sanguin seraient plus gros que dans d'autres. Donc il aurait été possible que l'albumine du sang de la mère, en pénétrant dans les tissus du fœtus, se fût précipité en globules d'une dimension plus grande.

2050. Il fallait donc reprendre la question sur d'autres errements et d'après une autre méthode; et la méthode la plus rationnelle était de chercher à étudier la communication sur le point où elle pouvait s'effectuer, au lieu de la nier ou de l'admettre par le raisonnement et en la déduisant de conséquences éloignées; il fallait enfin chercher à la voir; c'est ce que nous entreprîmes de faire, non-seulement en étudiant au microscope la structure de fibrilles du chorion, mais encore au moyen des injections que Breschet, en 1827, nous communiqua avec la plus rare complaisance; et depuis cette époque notre opinion a prévalu dans les livres :

1° La structure des fibrilles du chorion est incompatible avec l'idée d'une communication directe de la mère avec le fœtus. Il suffit de jeter les yeux sur la fig. 3, pl. 13, qui représente une sommité des fibrilles dont le feutre forme le *placenta* de l'œuf humain (2009), pour être convaincu qu'aucun de ses ramuscules n'a jamais pu s'aboucher avec les vaisseaux de la surface utérine. Or nous avons pris le sujet de cette figure sur un nombre considérable d'autres qui ne présentaient pas la moindre différence de configuration. Partout des anses enflées et papillaires au sommet, partout une ligne médiane noire qui n'arrivait pas jusqu'au sommet, et qui semblait dans ces cas la ligne de séparation d'un vaisseau afférent et d'un vaisseau déférent, lesquels venaient s'aboucher vers la sommité de la papille. Nulle part ces granulations frangées, sans lesquelles il ne saurait s'opérer de déchirement. La surface utérine examinée à une loupe assez forte n'offrait pas le moindre pore d'où il suintât rien qui ressemblât à du sang; elle était aussi lisse sur tous ses accidents placen-

taires que sur le reste de ses parois libres de toute adhérence. Ces deux genres de preuves sont irréfragables, et pourraient nous dispenser de recourir aux suivantes.

2° Nous avons examiné au microscope les placentas de la vache (2012) injectés en bleu par les artères ombilicales. L'injection était parvenue dans le réseau des vaisseaux du plus petit calibre; la force de l'impulsion avait brisé les parois de quelques-uns d'entre eux; et l'injection, au lieu de pénétrer dans la substance du cotylédon utérin, s'était glissée et disséminée entre cet organe et le chorion; mais elle n'était pas même parvenue jusqu'aux embranchements de la houppe fibrillaire (pl. 13, fig. 2) du placenta fœtal. Chez la brebis on avait injecté la mère en bleu (*pc, u*, fig. 4, pl. 13), et le fœtus en carmin (*pc, f*); je pratiquai une section longitudinale qui intéressait les deux cotylédons abouchés ensemble; et ainsi que le montre la figure, je vis le vermillon se dessiner sur toutes les petites arborisations fibrillaires (*fl*) du cotylédon fœtal, et tracer là une ligne invariable de démarcation, entre la substance de la mère et celle du fœtus. Pas un petit point rouge qui eût franchi cette ligne, pour passer dans le domaine du cotylédon utérin (*pc, u*); pas un petit point bleu qui eût passé dans le domaine du cotylédon fœtal (*pc, f*). Je séparai alors par désagglutination les deux cotylédons, en tirant l'un d'un côté et l'autre de l'autre; et pas la moindre hémorragie rouge ou bleue ne se manifesta; pas la moindre gouttelette de l'injection ne suinta à travers un pore. Observées à la loupe, ces fibrilles se présentaient comme les larges expansions du *lichen pulmonaire;* et à travers leur transparence, on voyait se dessiner l'injection, qui les traversait comme une nervure médiane; elle n'arrivait jamais jusqu'au bout, et, s'arrêtait même à une assez grande distance.

Donc il ne s'établit jamais une communication directe entre la mère et le fœtus; donc le placenta fœtal ne s'applique sur la surface utérine qu'à la manière des ventouses et des suçoirs; disons le mot que dicte l'analogie, le placenta fœtal est la branchie du fœtus, et c'est par la respiration que l'œuf est parasite de sa mère.

2051. Qu'est-ce que la caduque utérine et fœtale des anatomistes? — C'est un cas particulier d'une loi générale que nous avons fait connaître en parlant des membranes caduques (1898). Et si les anatomistes se sont livrés sur ce sujet à de si longues controverses, c'est qu'ils n'avaient pas évalué ce rapport analogique; nous avons eu de fréquentes occasions de nous convaincre, que les anatomistes qui professent l'existence de cette membrane, comme organe *sui generis*, étaient fort embarrassés de la démêler, dans la dissection, qu'ils faisaient sous nos yeux, des œufs des mammifères; nous les avons surpris souvent nous montrant, comme étant la caduque, un dédoublement quelconque de la surface du chorion, qu'ils produisaient à la pointe du scalpel. Le plus grand nombre des auteurs *ex professo* qui dissertent de la caduque, ne l'ont jamais vue de leurs propres yeux; et ceux qui l'ont le moins étudiée, sont précisément ceux qui s'amusent à en changer le nom; il est des hommes organisés de telle sorte, qu'ils ne sauraient introduire dans la science que des noms nouveaux, qui n'ont le talent d'enrichir que des nomenclatures, et qui sous ce rapport même se montrent fort peu inventifs; concevez-vous le besoin d'appeler *adventive,* une membrane déjà connue sous le nom de *caduque ?*

2052. Nous avons établi (1906), que toute surface muqueuse s'exfolie chaque jour, comme la surface épidermique elle-même, comme la tige végétale perd son écorce chaque jour. Nous avons ajouté que cette exfoliation des muqueuses est d'autant plus prononcée et intéresse des couches d'autant plus profondes, que la surface est envahie par une élaboration plus active, qu'elle est en proie à une plus énergique inflammation. C'est dans des cas analogues que nous détachons des plaques considérables de nos surfaces buccales. La surface muqueuse de l'utérus ne saurait échapper à cette loi générale, elle s'exfolie chaque jour, ainsi que la surface du vagin; et l'on s'en convaincra sans peine, si l'on prend soin d'examiner le liquide que les femelles répandent dans le coït, ou celui qu'on enlève, en promenant le dos du scalpel sur la surface de l'utérus ou du vagin d'une femme récemment décédée. On y observe les mêmes tissus que nous avons examinés plus haut (1906), sur une autre espèce de muqueuse; et si l'on exfolie artificiellement la surface résistante, de manière à en obtenir des pellicules transparentes, on trouvera une identité complète de structure entre l'organisation intime de ces pellicules, et celle des débris qui se détachent spontanément, et se désagrégent, comme faisant partie de la sécrétion liquide. Mais l'exfoliation s'offre en plaques plus considérables, en plaques visibles à l'œil nu, lorsque la matrice est enflammée, et affectée d'une maladive élaboration. Or

quelle plus énergique élaboration, que la gestation, quelle plus durable et plus puissante inflammation que ce développement vasculaire, qui transforme l'utérus en un inextricable réseau d'énormes veines et artères! L'effet doit donc augmenter en raison de l'énergie de sa cause, et l'exfoliation utérine doit avoir lieu sur une plus grande échelle, pendant la gestation, que dans toutes les autres circonstances du mouvement sexuel. L'anatomiste a pris ce surcroît d'effet, pour un effet d'un genre insolite et spécial à cette époque de la vie de la femme; et comme il arrive infailliblement, toutes les fois qu'on donne à des accidents variables une importance trop grande, les anatomistes ne se sont jamais trouvés d'accord, parce que l'effet ne s'est jamais présenté à tous avec le même caractère; et, par une autre conséquence de cette fausse direction, ceux qui tombaient d'accord entre eux sur la nature de la caduque, se divisaient ensuite sur son organisation. Aux yeux des uns la caduque était inorganisée, c'est-à-dire non vasculaire, car ce mot n'avait pas pour eux une autre signification; les autres assuraient que la caduque était organisée; car ils y avaient observé des vaisseaux sanguins; et les deux partis avaient également raison dans le fait : ils avaient vu ce qu'ils avançaient; ils ne se trompaient qu'en se donnant un démenti. Nous avons très-bien observé, sur la surface utérine du chien, une exfoliation caduque, qui tenait encore çà et là à l'utérus par des brides membraneuses, dans lesquelles s'insinuaient des vaisseaux utérins; ceux-ci, chemin faisant, perdaient peu à peu leur coloration, et nous en poursuivions la trace au microscope jusque dans la lame caduque, à un reste de coloration jaunâtre; et cela doit être dans tous les cas, même dans ceux où cette coloration du réseau frappé de mort a disparu, et n'en marque plus la trace. En effet, une membrane vasculaire qui s'exfolie, n'élabore plus; si elle n'élabore plus, elle n'attire plus le liquide de la circulation dans ses canaux vasculaires; ceux-ci rapprochent leurs parois; et dès lors le réseau vasculaire se confond avec le tissu cellulaire, puisqu'il est vide de tout ce qui pouvait l'en distinguer, du liquide coloré en rouge. Voilà pourquoi la caduque se montre tantôt vasculaire et tantôt non, selon qu'on l'observe à une phase plus ou moins avancée de sa désorganisation.

2053. Mais, par suite de la même loi, l'œuf des mammifères doit avoir aussi sa caduque; car la surface externe du chorion, qui est l'épiderme de l'œuf, si je puis m'exprimer ainsi, doit avoir son exfoliation régulière comme l'épiderme du corps humain, exfoliation qui est la conséquence de tout développement organisé. Or cette caduque variera avec l'âge de l'œuf; et les caractères qu'elle revêtira dans le principe seront diamétralement opposés à ceux qu'elle sera dans le cas d'offrir, à l'époque voisine de la parturition. Car, à l'époque où les fibrilles privilégiées du chorion auront pris possession de la surface de l'utérus qui doit devenir placenta (2002), toutes les autres, inutiles ornements de la surface libre, tendront à s'en détacher à la fois; mais feutrées, comme elles le sont par l'enchevêtrement de leurs ramuscules, et pressées et se moulant pour ainsi dire contre la surface utérine, leur masse affectera bientôt la forme d'une calotte libre de toute adhérence, et avec l'œuf humain, et avec la surface de l'utérus. Plus tard, l'exfoliation de la surface externe et libre du chorion n'offrira rien moins que cette structure feutrée.

Cette manière de concevoir la formation des caduques ne se rapporte à aucune des opinions professées jusqu'alors, mais elle les explique toutes au lieu de les démentir; aussi, depuis que nous l'avons publiée, chaque parti semble l'avoir revendiquée comme la sienne; c'est ce qui arrive toutes les fois qu'on met les gens d'accord; il se trouve qu'ils avaient tous raison; seulement ils ne s'en étaient pas aperçus; et c'est ce qui fait qu'ils ne s'en retournent pas moins dos à dos.

2054. Conséquences embryologiques déduites des parturitions doubles et multiples. — Les animaux sont unipares ou multipares, selon les espèces. Mais ce caractère n'est pas tellement spécifique que les unipares ne puissent être dans certains cas multipares, et réciproquement; car tous ont des ovaires pluriovulés. Les mammifères sont certainement les moins féconds de tous les animaux, et la femme est la moins féconde de toutes; cependant il arrive des cas où elle met au monde au moins deux enfants par un seul accouchement, et où elle dépasse même ce nombre. Ce phénomène peut avoir lieu de trois manières différentes : ou bien parce que deux ovules se sont détachés à la fois de l'ovaire (1998), qu'ils sont venus s'aboucher à la fois sur la surface de l'utérus, et ont accompli parallèlement leur vie fœtale; ou bien parce que le même chorion a donné naissance à deux amnios; ou bien parce que le même cordon ombilical a donné naissance à deux fœtus, enfermés dans la capacité du même amnios. Dans le premier cas, les deux fœtus ont

chacun un chorion distinct et indépendant l'un de l'autre ; dans le second cas, ils ont seulement un amnios chacun, mais sont renfermés dans la capacité du même chorion; dans le troisième cas, ils n'ont qu'un amnios et qu'un chorion, et nagent dans le même liquide amniotique. Soumettons ces trois cas différents aux inductions de l'analogie.

2055. 1° Dans le premier cas, il est évident que la caduque du fœtus sera double, mais qu'elle variera de forme et de dimension, selon que les deux œufs se seront implantés plus près l'un de l'autre. Mais, dans tout état de cause, la caduque utérine sera toujours différente de ce qu'elle nous apparaît dans les cas de gestation unipare. Au reste, les deux œufs auront leurs délivres distincts à l'époque de l'accouchement; et tout au plus les deux placentas fœtaux (2009) auront pu, par la durée de leur contact, contracter quelques adhérences plus ou moins intimes.

2056. 2° Dans le second cas, si l'œuf est rendu avant terme, on trouvera, en ouvrant le chorion, deux amnios accolés ensemble, comme deux œufs transparents. La fig. 19, pl. 19, représente un œuf semblable de femme. Le chorion (*ch*) est éventré, et sa surface floconneuse (*fl*) est rejetée en arrière. Les deux vésicules amniotiques (*am* et *am'*) sont encore turgescentes, et à travers la transparence de leurs parois, on aperçoit un embryon dans chacune. La membrane amniotique a été déchirée pour montrer sa ténuité, et en même temps que son feuillet n'est pas une simple membrane réduite à sa structure intime (1549). Ici les deux embryons marchent de front vers le développement fœtal; les deux vésicules amniotiques affectent les mêmes dimensions. Mais que serait-il arrivé, si l'amnios de gauche (*am'*), au lieu de suivre l'amnios de droite (*am*), s'était tout à coup arrêté sous l'influence d'une cause perturbatrice, et cela à la première époque de la gestation, à l'époque où l'embryon, simple vésicule, est enchâssé, sans nom, dans la vésicule amniotique encore épaisse, comme l'albumen de l'œuf des oiseaux (2040). Dans cette hypothèse, on trouverait une petite vésicule implantée sur le chorion, tout près du point d'adhérence de l'amnios, dans lequel l'embryon se dessine avec toutes ses formes; et l'anatomiste qui n'aurait pas remonté, pour l'interprétation des phénomènes, jusqu'à cette considération analogique, serait exposé à prendre cet amnios accidentel et avorté pour un organe spécial. C'est ce qui est arrivé à quelques auteurs modernes, mais spécialement à Velpeau (*), à qui le hasard a offert un plus grand nombre de ces accidents qu'à tout autre embryologiste. Que l'on compare, sous l'influence de la précédente révélation, la fig. 9, pl. 19, avec la fig. 19 de la même planche, on ne verra dans la première que la réalisation de l'hypothèse que nous avons exprimée à l'égard de la seconde. (*c*, fig. 9) étant l'analogue de (*am*, fig. 19); (*d*) de la première ne sera évidemment que l'analogue avorté de (*am'*) de la première; (*aa*) de la première étant le chorion (*ch*) de la seconde. Or, selon Velpeau, d'après l'ouvrage duquel (**) nous avons fait calquer la fig. 9 de la pl. 19 du présent ouvrage; selon Velpeau, dis-je, la vésicule (*d*, fig. 9) serait la vésicule ombilicale de l'embryon humain, l'analogue enfin du jaune des oiseaux; et une analogie aussi extraordinaire, en vertu de laquelle la vésicule ombilicale se trouverait tout-à fait en dehors, non-seulement du cordon ombilical, de l'ombilic de l'œuf, mais de l'amnios dans lequel il nage; cette analogie est appuyée sur d'autres figures, où cette vésicule ombilicale se trouve à une distance considérable de l'amnios normal. Quand les termes sont mal posés, l'analogie conduit à des inductions d'autant plus étranges, qu'on la poursuit avec plus de logique. Aussi quand l'auteur ne rencontre pas la prétendue vésicule ombilicale sur le chorion, il parvient presque toujours à la retrouver dans le moindre accident, dans la moindre bulle qui proémine sur la surface de l'amnios. Ainsi la petite excroissance qu'on remarque en (α, fig. 14, pl. 19 de notre ouvrage) est désignée sur quatre ou cinq figures de l'ouvrage de Velpeau, sous le nom de vésicule ombilicale. Nous reviendrons plus bas sur l'analogie qu'il signale au sujet des flocons (*e* de la fig. 9, pl. 19); et nous ne consacrerons pas une plus longue réfutation à une opinion qui ne saurait se soutenir devant les considérations précédentes.

2057. 3° Passons au troisième cas de parturition multiple, à celui où nous avons supposé que les deux embryons se développaient à l'extrémité du même cordon ombilical, et comme les représente la fig. 17, pl. 19. Là les deux embryons ont marché de front et se sont développés à la fois d'une manière normale. Mais admettons que l'un des deux se soit arrêté dans son développement ultérieur, à l'époque où ils étaient tous les deux réduits à la forme et aux dimensions d'une vésicule piriforme.

(*) *Embryologie ou ovologie humaine.* In-folio. 1833.

(**) *Embryologie ou ovologie humaine,* fig. 2, pl. 1.

Si l'on ouvre un tel œuf à la troisième ou quatrième semaine de la gestation, on trouvera un embryon complet, portant, sur la longueur de son cordon ombilical, une vésicule à qui l'on donnera un nom, si on en ignore l'analogie; et certainement ce nom sera celui de la ***vésicule ombilicale***, si ce n'est pas celui de l'***allantoïde***. Si l'un des deux frères siamois en était resté à sa forme embryonnaire, l'autre aurait porté une vésicule ombilicale à la région de l'ombilic (*).

2058. Mais si, à l'extrémité du même cordon ombilical, il se développait trois jumeaux, au lieu de deux que nous avons admis dans la précédente hypothèse, ce dont on ne saurait révoquer en doute la possibilité, et que l'utérus expulsât, dans les premiers jours de la conception, un œuf trop anormal et trop vorace, si je puis m'exprimer ainsi, pour ne pas être bientôt affamé, l'observateur, qui en ouvrirait le chorion, y trouverait trois vésicules au lieu d'une; et ce serait certes une bonne fortune pour une publication académique; car il y aurait là matière à signaler deux analogies de plus. Alors l'une des trois vésicules étant arbitrairement admise comme appartenant à l'embryon, on ne manquerait pas de voir dans les deux autres, non pas les analogues des vésicules ombilicale et allantoïde des autres animaux, mais la réalité de ces deux vésicules qui sont, dans l'étude de l'œuf humain, la pierre philosophale de nos embryologistes; et ce n'est peut-être pas un autre cas d'avortement que Pockels (**) a eu occasion, lui, d'observer et de faire dessiner par les deux figures que nous lui empruntons (fig. 10 et 11, pl. 19); en admettant que l'auteur n'ait pas forcé l'observation, et n'ait pas laissé aller son crayon au gré de l'imagination qui a dirigé sa plume. Dans la fig. 10, (*a*) étant le chorion couvert de ses fibrilles, (*b*) serait l'amnios de l'embryon (*c*), et les deux vésicules (*d* et *e*) seraient deux amnios ou deux embryons attachés au même cordon ombilical, en supposant, ce qui nous paraît également probable, que ces organes ne soient pas des produits maladifs de l'œuf avorté. Pockels voit dans l'organe (*d*) un corps piriforme qu'il appelle vésicule érythroïde, et la vésicule ombilicale en (*e*). Les mêmes lettres marquent les mêmes organes, d'après Pockels, dans la fig. 11. Au reste, nous ne nous sommes arrêté à ces deux figures, que parce que l'on y a attaché récemment une certaine importance.

2059. **Loi générale qui préside aux monstruosités diadelphes.** — On a observé depuis bien longtemps des fœtus qui venaient à terme unis et associés entre eux plus ou moins complétement, et toujours d'une manière indissoluble.

On a observé ensuite que ces couples étaient toujours du même sexe;

Qu'ils étaient d'autant plus viables que leur association était plus superficielle, et qu'elle pénétrait moins profondément dans les organes internes;

Enfin que ces fœtus ne s'unissaient entre eux que par des surfaces de même nom, bras contre bras, jambe contre jambe, dos contre dos, et ventre contre ventre.

On s'est demandé avec étonnement comment et par quelle loi physique ou physiologique ces phénomènes d'attraction embryonnaire se présentaient, non-seulement avec cette constance, mais encore d'une manière si contraire à la loi de l'attraction physique qui fait que les semblables se repousssent et les contraires s'attirent, loi d'après laquelle les fœtus auraient dû s'associer sans doute dos contre ventre, tête contre bassin, ce qui aurait été trop indécent, pour que la nature ne créât pas tout exprès une loi spéciale entièrement différente de la première.

2060. Mais la nature, en cette circonstance, n'a dérogé en rien à son harmonie, et nous allons reconnaître qu'elle a été fidèle à ses admirables lois, même dans les cas exceptionnels qui nous occupent. Cette conséquence ressortira des propositions suivantes :

1° Pour qu'il s'opère une association organique entre deux fœtus, il faut que rien ne les sépare dans le principe; qu'ils ne soient pas emprisonnés chacun dans une vésicule particulière, dans un amnios distinct. Car l'amnios étant une enveloppe qui se sacrifie au développement de son embryon, ne saurait contracter des adhérences et des affinités avec un autre amnios contigu, puisque l'un et l'autre ne sont que des tissus qui s'épuisent et n'élaborent plus dans l'intérêt d'un développement ultérieur; ces deux amnios formeraient donc un mur de séparation infranchissable entre les deux embryons issus du même chorion.

2° Les embryons ne s'unissent pas après s'être développés isolément dans le sein du même amnios, car ils ont pris déjà tous les deux une direction; ils ne peuvent que rester stationnaires et périr,

(*) Voyez le *Réformateur*, n° 344, 18 septembre 1835.

(**) *Isis*, décembre 1825.

que s'arrêter dans leur marche sous l'influence d'une cause perturbatrice, mais jamais rétrograder, et prendre une direction contraire après s'être séparés ; ils ne sauraient spontanément se rapprocher et se greffer l'un sur l'autre par leur mouvement propre. Cela n'a lieu ni dans la nature végétale ni dans la nature animale. La compression exercée par l'utérus ne saurait produire une telle greffe par approche entre deux embryons renfermés dans le même œuf. Car si la compression utérine produisait un tel effet de rapprochement, l'embryon ne manquerait jamais de se souder avec son amnios, et l'amnios avec le chorion. Du reste, le liquide qui remplit l'amnios contre-balance assez la compression utérine, pour que les embryons, qui se trouveraient renfermés dans la capacité du même amnios, soient constamment tenus à distance l'un de l'autre.

3° Si donc les deux embryons se sont développés à l'extrémité du cordon ombilical, libres de toute adhérence mutuelle, ils continueront à se développer indépendants l'un de l'autre, et si la bifurcation du cordon ombilical (c) se fait plus près du placenta (*pc*, fig. 17, pl. 19) que des deux ombilics (*om*), les deux jumeaux apparaîtront, à la parturition, isolés et formant deux unités, car on pourra lier le cordon ombilical très-près de l'ombilic des deux frères. Si, au contraire, le cordon ombilical ne commence à se bifurquer que très-près de l'ombilic des deux jumeaux, la ligature ne saurait avoir lieu qu'au-dessous de la bifurcation (*l*), crainte d'intéresser trop au vif l'existence des deux êtres, en tentant de les isoler ; et alors les deux frères resteront inséparables, liés entre eux à la hauteur de l'ombilic par un cordon qui se développera avec eux et servira de communication à la circulation des deux individus, pour les faire vivre du même sang, et leur partager, comme entre deux frères, les produits de la double élaboration de leurs estomacs ; ce sera le cas des deux frères siamois (fig. 17, pl. 19).

4° Mais si la bifurcation a lieu sur des dimensions si étroites que les deux embryons ne puissent se mouvoir et se développer sans se presser l'un contre l'autre, c'est alors qu'ils seront dans le cas de se souder entre eux par les surfaces qui supporteront plus intimement cette compression. Mais cette association intime ne saurait se produire qu'entre parties qui, en cette position, sont dans le cas d'être en contact immédiat ; et dès lors il est impossible que les deux embryons puissent jamais s'associer à tête-bêche, et autrement que côte à côte, ou dos à dos, ou ventre à ventre. En effet, émanés du même cordon ombilical, c'est-à-dire de la même cause médiate d'organisation, les deux jumeaux doivent être animés de la même impulsion, être dépositaires des mêmes tendances et se développer sur le même type, et partant dans la même direction, comme deux vésicules accolées qui ont la même base et le même sommet ; c'est dire que les deux jumeaux embryonnaires doivent être de même sexe et occuper dans l'espace la même position, bases pelviennes l'une contre l'autre, et sommités céphaliques à l'opposé. En remontant même plus haut dans l'origine de leur développement, et alors que les deux jumeaux n'étaient encore que deux vésicules accolées dans une vésicule commune et maternelle, nous trouverons, si nous voulons nous représenter le fait d'une manière graphique, nous trouverons la formule de cette organisation dans le tracé de la fig. 15. pl. 19. (*ch*) étant le chorion, (*am*) étant l'amnios, (*f*) sera la vésicule fœtale grosse de deux fœtus à l'état vésiculaire, et tenant elle-même à l'amnios (*am*) par un *hile* (*h*) ou cordon ombilical. C'est de cette époque que datent les adhérences futures des jumeaux ; car c'est de cette époque que les organes manifestent leurs tendances, qu'ils éprouvent des obstacles dans leur développement ou des perturbations dans leur marche.

Mais, effets de la même cause, résultant de la même impulsion, ils se trouveront en place de la même manière, les extrémités de même nom situées du côté du même pôle de la vésicule fœtale (*f*). Or cela étant ainsi, lorsque les résultats seront devenus appréciables à nos yeux, nous trouverons que la soudure a eu lieu ainsi que l'indique la théorie ; le côté gauche de l'un se confondant avec le côté droit de l'autre, comme sur la fig. 14, pl. 19 ; 1° soit complétement, depuis le bout des pieds jusqu'au sommet de la tête, cas dans lequel le fœtus double aurait trois jambes, la médiane asymétrique, deux bras libres, et une tête portant plus ou moins profondément les linéaments des deux ; 2° ou bien incomplétement, et alors tronc contre tronc, en sorte que le double fœtus aura à l'extérieur quatre bras, quatre jambes, deux têtes distinctes, et à l'intérieur, ou deux cœurs, ou deux estomacs, ou un seul cœur et un seul estomac, ou quatre poumons ou deux, selon que la fusion organique aura pénétré plus profondément dans la substance de l'un et l'autre ; et le fait de *Ritta-Christina* rentrera dans l'un de ces types ; 3° ou bien enfin la fusion s'étendant de proche en proche rapprochera les deux ju-

meaux par le ventre ou par le dos (fig. 16, pl. 19) d'une manière plus ou moins complète, et avec tous les accidents de la précédente supposition.

2061. Cela étant admis, il est impossible que jamais les deux fœtus se soudent tête contre anus, ou ventre contre dos, ou le côté droit contre le côté droit, et le côté gauche contre le côté gauche. En effet :

1° Pour que les deux fœtus s'unissent de l'une ou l'autre de ces trois manières, il faudrait qu'ils fussent déjà développés isolément, car il faudrait qu'ils se fussent dérangés de leur position primordiale. Or les fœtus isolés une fois ne s'associent pas; car ils ne pourraient le faire que par l'atrophiation de l'un de leurs principaux organes, c'est-à-dire que par une cause de mort, ce qui est contradictoire dans les termes.

2° Par une autre raison, ils ne sauraient s'unir à tête-bêche ou côtés de même nom ensemble, sans que l'un d'eux tordît son cordon ombilical, et partant interrompît le cours de la circulation placentaire, sans laquelle il ne saurait se produire le moindre phénomène d'organisation et de greffe.

3° Les deux fœtus ne sauraient s'unir ventre contre dos, parce qu'un des rameaux du cordon ombilical se trouverait toujours interposé, dans ce cas, entre le dos de l'un et le ventre de l'autre (fig. 17, pl. 19), et que la greffe n'a lieu que par le rapprochement immédiat et forcé des deux surfaces.

2062. Mais en s'unissant de la manière que démontrent les observations et qu'explique si bien la théorie, on a tort de dire que les fœtus s'unissent par leurs organes similaires, puisqu'au contraire, dans ces diverses greffes, c'est toujours le côté gauche de l'un qui est appliqué sur le côté droit de l'autre, et que, dans quelques-uns de ces cas, il n'y a de similaire que la ligne médiane de la surface du corps, laquelle est une ligne de démarcation, et ne saurait jamais être assimilée à un organe. En conséquence l'attraction se manifeste dans le domaine de la vie, comme dans celui de la physique et de la chimie : entre des pôles de nom contraire.

## § III. *Examen critique de quelques opinions récentes relatives à l'embryologie humaine.*

Nous n'avons pas la prétention dans cet article de donner un résumé complet des opinions émises par les embryologistes; comme les derniers venus ont le mérite de faire justice des erreurs ou des opinions hasardées de leurs devanciers, et que ce sont les opinions les plus récentes en date qui font autorité dans nos livres classiques, c'est à celles-ci que nous nous attacherons (*).

2063. L'embryon de l'homme, avant de se montrer a nous avec les formes qui le caractérisent spécialement, passe-t-il successivement par les formes des animaux inférieurs? — Cette question nous est revenue en France, après avoir été débattue sous toutes ses faces en Allemagne; car depuis longtemps on s'agitait dans ce pays, alors que notre Académie dormait encore d'un sommeil profond, sur les questions analogiques. On y cherchait à devancer par la prévision l'expérience directe; méthode qui a bien ses abus, mais qui, jusque dans ses écarts, est pourtant quelquefois féconde, en traçant par une erreur la route à une vérité, qui jaillit souvent de la réfutation elle-même. Dans ce cas-ci la question n'était que mal posée, ce qui la rendait ridicule et peu concevable; elle donnait une trop grande importance à des accessoires, en cherchant à trouver le rapport principal; elle ne remontait pas assez haut, dans l'histoire du développement; la solution et l'explication se trouvent, en ce cas comme en tous les autres, dans le principe des choses. Certainement l'homme ne passe pas, dans son œuf, par toutes les formes qui caractérisent les animaux inférieurs. Il n'est pas ver de terre, puisqu'il ne se compose jamais d'anneaux, à quelque époque qu'on l'observe dans son œuf; il n'est jamais poisson, puisqu'à aucune époque on ne lui trouve des nageoires à la place des membres, et que ses membres nous les voyons paraître comme des tubercules, et revêtir de jour en jour une forme qui les rapproche pas à pas de celle de l'âge adulte; parce qu'à aucune époque il ne respire par des branchies, etc. Sans doute, à certaines phases de son développement fœtal, il offre quelques traits de ressemblance avec l'un ou l'autre embryon des mammifères, sur le type desquels il est créé; mais de même qu'il serait révoltant de penser que l'embryon du porc, avant de devenir adulte, passe par l'état de tous les animaux avec les embryons desquels il peut offrir quelque ressemblance, et partant par l'état de l'homme, de même il est inexact de dire que l'embryon humain, avant de devenir homme, ait

(*) Pour l'histoire complète et bibliographique de ce point de la science, consultez Burdach, *Traité de physiologie considérée comme science d'observation*, trad. de l'allemand par Jourdan, 1837.



été successivement embryon de mouton, de bœuf, de cheval, de porc, de chien et de singe. S'il offre à l'état adulte des analogies incontestables avec ces animaux à l'état adulte, ces analogies doivent être encore plus saillantes lorsque ses organes sont encore à l'état de germe; mais ce fait ne prouve qu'une seule chose, c'est l'unité du type dont ils sont les uns et les autres une déviation spéciale, mais non que chacun d'eux passe par la série de ces déviations. Or, en fait de type, ne nous arrêtons pas en chemin, arrivons jusqu'au moule, jusqu'au germe non fécondé; car c'est la fécondation qui lui imprime la direction caractéristique de son espèce; c'est après la fécondation que commence la déviation. Mais avant la fécondation l'embryon n'est qu'une vésicule, qu'une sphère organisée, dans laquelle tout organe futur n'est qu'une vésicule globulaire. C'est à cette époque que sous le rapport des formes tous les embryons, à quelque classe d'animaux, je dirai même à quelque classe d'êtres organisés qu'ils appartiennent, sont identiques, et que l'homme, le roi de la nature, ne diffère aucunement de l'insecte et de la moisissure. Mais la différence est dans l'aptitude à recevoir l'impulsion fécondante, aptitude qui constitue alors l'espèce, et dont le développement constituera les caractères. Tout être organisé a commencé par être une vésicule conforme à celles qui l'enveloppent et le nourrissent; au sortir des mains de la nature, ses enfants sont tous égaux et ressemblants, comme des frères; il faut qu'elle souffle sur tous ces germes, pour leur imprimer des impulsions diverses, et les animer d'un développement spécial.

2064. Ces considérations, qui n'ont pas toutes le mérite de la nouveauté, surtout depuis nos plus récentes publications, suffiront pour faire apprécier le mérite et l'importance d'une longue série de conclusions, que Serres a lues, le 23 octobre 1837, à l'Académie des sciences, sur l'embryogénie, conclusions dont la phrase suivante semble être le refrain : « Les mollusques sont les embryons permanents des animaux vertébrés; leur composition, de même que leur nature, de même que leur formation et leur développement, sont des déductions rigoureuses ou des corollaires de la loi *centripète* des développements organiques. » Il paraît que les conclusions ont été rédigées avant le mémoire et même les observations; l'auteur éprouvait le besoin de confier aux comptes rendus quelques souvenirs de la loi *centripète* dont il est l'inventeur. Mais, grand Dieu! qu'est-ce donc que toutes ces phrases! qu'entend-on par embryon permanent? C'est à nos yeux un embryon qui ne germe pas, qui ne se développe pas, qui reste stationnaire; et comment croire tout cela du mollusque, qui nous fait les cornes à chaque instant, comme pour narguer la loi centripète, et lui répondre par la loi centrifuge?

2065. Les embryons des mammifères, a une époque quelconque de leur développement fœtal, sont-ils munis de branchies comme les poissons? — Cette opinion fut émise pour la première fois par Rathké, dans un travail spécial publié, en 1829, dans les *Actes des curieux de la nature* (*). L'auteur annonçait avoir découvert des arcs branchiaux sur les deux côtés du cou, et du poulet au quatrième jour de l'incubation, et des embryons de cochon, du cheval, du lézard, etc., et il accompagnait ses descriptions de fort jolies figures. Mais l'auteur a pris des plis pour des fentes, et il a vu une communication pharyngienne, dans des solutions de continuité qu'il a produites lui-même, en cherchant à faire pénétrer un instrument à travers des tissus aussi délicats. Il est une autre circonstance plus capable encore de donner le change à l'observateur; à cette époque de transparente ténuité, la trachée-artère se dessine sur le cou, comme les spires à travers le cylindre vasculaire des végétaux. Ses cercles cartilagineux, distants et réunis par une simple pellicule, sont dans le cas de présenter des arcs parallèles qui ont l'air de tout autant de côtes, que l'anatomiste prendra pour des arcs branchiaux; et, s'il cherche à pénétrer plus avant à l'aide d'une pointe, comme les intervalles membraneux de la trachée-artère résisteront moins à l'instrument que les cercles déjà cartilagineux, il sera porté à voir dans cette moindre résistance la preuve d'une solution de continuité.

Les embryons des mammifères et oiseaux ne peuvent pas avoir des branchies à une époque où les poissons eux-mêmes n'en ont pas encore; et il serait singulier que des branchies s'ouvrissent pour se refermer, alors que chez les embryons des animaux qui en sont pourvus les branchies avant de s'ouvrir commencent par se dessiner longtemps sous une forme proéminente, et ne s'ouvrent que la veille du jour où elles sont en état de fonctionner.

2066. L'embryon humain possède-t-il, a un

(*) Voyez-en un extrait dans les *Annales des sciences d'observation*, t. III, pag. 117.

AGE QUELCONQUE, DES ORGANES ANALOGUES A LA VÉSICULE OMBILICALE DES OISEAUX ET A LA VÉSICULE ALLANTOÏDE DE CERTAINS MAMMIFÈRES? — On n'établit point des rapports analogiques par des déplacements. Un organe ne saurait être l'analogue d'un organe qui occupe dans la charpente animale une autre position. Pour qu'il existe une analogie incontestable entre deux choses, il faut qu'elles se trouvent situées dans la même circonscription, émanant de la même origine, et présentant sinon les mêmes formes physiques et la même composition chimique, du moins des rudiments des unes et des traces de l'autre. Pour qu'une pièce de l'œuf humain soit considérée comme l'analogue de la vésicule ombilicale du fœtus de l'oiseau, il faut qu'elle soit située à la naissance du cordon ombilical et sur l'abdomen du fœtus, et qu'elle soit infiltrée de sucs oléagineux qui en constituent la majeure partie. Pour qu'une pièce de l'œuf humain puisse être considérée comme l'analogue de l'allantoïde de la vache, du chien, du cheval, il faut qu'elle soit vésiculaire et remplie d'un liquide analogue à l'urine: elle ne saurait exister en germe, car elle n'est qu'une expansion de l'ouraque, un dédoublement du chorion; elle n'est telle que par l'effet du liquide qui la distend et qui lui vient de la vessie à travers le cordon ombilical; un effet purement mécanique n'existe point à l'état rudimentaire, et comme un germe d'un développement futur.

A ce prix, l'organe signalé par Velpeau comme étant la vésicule ombilicale dans la pièce (*d*, fig. 9, pl. 19) de l'œuf humain, ne saurait jamais être la vésicule ombilicale. Nous avons fait voir plus haut (2056) à quoi elle se rapportait.

Mais le corps réticulé (*e*) que le même auteur désigne sous le nom d'allantoïde, n'offre pas l'ombre d'analogie avec l'allantoïde des animaux; et ce n'est pas parce que l'on trouve quelquefois, dans l'allantoïde des chevaux, un corps feutré que l'on nomme *hippomane*, ce n'est pas sur un rapport aussi éloigné qu'on peut voir un analogue de l'allantoïde dans un corps quelconque, qui apparaîtra réticulé à l'œil nu; ce n'est pas sur un accident que l'on fonde une loi générale. Nous ne cherchons pas à décider de la nature et de l'origine de l'organe (*e*), que Velpeau a fait dessiner entre l'amnios et le chorion de l'œuf de la fig. 9, pl. 19. Mais nous allons établir, d'une manière péremptoire, que cet organe ne saurait prendre le nom que l'auteur lui a imposé. L'allantoïde des animaux n'est jamais située dans le dédoublement de l'amnios et du chorion, mais bien dans l'épaisseur du chorion même et à l'extrémité du cordon ombilical. Donc ce corps réticulé (*e*) ne saurait être l'allantoïde, et ne peut être considéré que comme un accident et un cas maladif, si toutefois il n'est pas une surface épuisée du chorion lui-même. Car on a tort de se représenter, à tous les âges de la vie embryonnaire, le chorion et l'amnios avec la ténuité qui les caractérise à l'âge le plus avancé de la gestation. Dans le principe, l'amnios est aussi épais proportionnellement que l'albumine de l'œuf de poule, et le chorion à son tour est aussi épais que l'amnios. Mais, à mesure que l'œuf se développe, le chorion s'épuise et s'amincit, en sacrifiant ses sucs au développement embryonnaire; son tissu devient en certains cas réticulé et aranéeux; comme le tissu de nos fruits qui germent, il peut, dans des circonstances insolites, se dépouiller en dedans d'une partie de cette surface épuisée trop vite; et cette surface formera autour de l'amnios une sphère réticulée et comme un feutre interposé. L'amnios sera dans le cas de présenter le même phénomène sur ses couches externes. Quoi qu'il en soit, un tissu réticulé est un tissu épuisé, et non l'analogue d'une capacité close. Enfin on ne concevra jamais que l'urine de l'animal vienne jamais se loger de la sorte entre l'amnios et le chorion. L'opinion de Velpeau est dont insoutenable; car elle ne s'appuie ni sur l'analogie de forme, ni sur l'analogie chimique de composition.

2067. QU'EST-CE QUE LA VÉSICULE DÉSIGNÉE AVANT LA FÉCONDATION SOUS LE NOM DE VÉSICULE DE PURKINJE? — Dans l'œuf des oiseaux, c'est la portion de l'embryon qui n'est pas occupée par le jaune, par son cotylédon ombilical; dans l'œuf des mammifères, c'est l'amnios enchâssé dans le sein d'un chorion infiniment plus épais; de même qu'avant la fécondation, chez les végétaux, on aperçoit le périsperme enchâssé, comme une vésicule, dans le test beaucoup plus épais et infiltré de sucs.

2068. QUE SONT LES CORPS D'OKEN? — Dans la détermination des organes du fœtus, il faut bien se garder de chercher à dénommer, avant d'avoir cherché à saisir leurs rapports entre eux tous, et surtout avant d'avoir résolu à chaque question le problème suivant: La topographie des organes de l'adulte étant connue, se représenter par la pensée, et en passant de dégradation en dégradation de formes, se représenter, dis-je, la place que le même organe occuperait et la forme qu'il revêtirait, si l'animal était réduit aux

proportions du fœtus ou de l'embryon observé. C'est faute d'avoir procédé de cette manière, que les embryologistes ont adopté le nom donné par Oken à deux proéminences abdominales que l'on observe à un certain âge du fœtus; et ce nom une fois adopté, les auteurs l'ont appliqué à deux sortes d'organes; les uns ayant pris pour les corps d'Oken les deux gemmes des membres pelviens, les deux rudiments tuberculaires des jambes, et les autres, avec Oken, ayant appliqué ce nom aux deux parois de la colonne vertébrale plus avancées en ossification que la portion médiane antérieure et postérieure.

2069. La vésicule érythroïde (*d*, pl. 19, fig. 11) de Pockels est-elle un organe normal?—Non; et ce sont de ces faits qui manquent de tant de circonstances, qu'on ne devrait jamais s'amuser à les discuter.

### *Analogies de l'ovule végétal et de l'œuf animal.*

2070. Analogie anatomique ne signifie pas identité complète et durable de forme et de développement; mais identité de cadre et d'origine; la différence qui succède est l'effet d'une différente impulsion. En exposant à chaque question les analogies que présentent entre elles les formes végétales et les formes animales, notre but n'a pu être de nier les différences qui plus tard les distinguent, de confondre les tendances qui les animent et les poussent les unes dans cette direction et les autres dans une autre. Nous n'avons jamais entendu nier les divergences, mais au contraire remonter par les divergences jusqu'à la convergence, de même que des rayons au centre, où toutes ces lignes divergentes se confondent en un point qui est leur origine et leur unité. Nous n'avons donc jamais formulé la question de la manière ridicule suivante : Végétal = homme; topinambour = Harvey 1er ou Harvey 2e. Le public ne nous a jamais prêté une telle sottise, qui ne saurait évidemment sortir que d'un novice dans l'art d'observer et d'écrire, ou d'un homme payé tout exprès pour cela. On ne force ni on ne démontre l'analogie, on la signale; et dès ce moment il faut bien l'accepter, sous peine d'être absurde et de nier ce qu'on voit. Que m'importe que votre orgueil soit humilié d'apprendre que, dans le principe de votre noble existence, vous, et la trame de votre habit brodé, avez commencé par n'être qu'un tout petit globule, qu'aurait méconnu l'œil même de sa mère; une petite vésicule sans nom et sans dimensions appréciables? Pour moi, je suis fier de penser que la nature, notre forte et puissante mère, nous ait élevés si haut dans le cadre de la création, en nous faisant sortir de si peu de chose; que de la même boue pétrie entre ses doigts avec un peu de sa salive, elle ait d'un souffle fait éclore l'homme qui la comprend, et d'un autre souffle le végétal qui me nourrit ou le ciron qui me ronge. Ces considérations ne sont effrayantes que du point de vue d'un canapé; elles deviennent d'autant plus sublimes qu'on les considère de plus haut. Que les petits esprits se récusent en semblables circonstances; ce n'est pas pour être aperçus par eux, que la nature s'est faite grande.

| 2071. OVULE VÉGÉTAL. | OEUF ANIMAL. |
| --- | --- |
| 1° Cellule organisée, tenant par un hile plus ou moins allongé à la surface de la cellule du péricarpe. | 1° Cellule organisée tenant par un hile plus ou moins visible à la paroi de la cellule de l'ovaire. |
| 2° Il reste stationnaire jusqu'à ce que le pollen des anthères ait imprégné le stigmate de l'ovaire. | 2° Il reste stationnaire jusqu'à ce que le sperme du mâle ait imprégné l'ovaire. |
| 3° Il se compose essentiellement, avant la fécondation, d'une enveloppe externe épaisse et d'une cellule interne, dans le sein de laquelle doit germer l'embryon. | 3° Il se compose essentiellement, avant la fécondation, d'une enveloppe externe épaissie et d'une cellule interne, dans le sein de laquelle doit se développer l'embryon. |
| 4° Après la fécondation, l'enveloppe externe s'épuise peu à peu de ses sucs, s'amincit, et finit par prendre les caractères et le nom de *test*. | 4° Après la fécondation, l'enveloppe externe s'épuise peu à peu de ses sucs, s'amincit ou s'ossifie, et finit par prendre les caractères et le nom de *chorion* ou de *coquille*. |
| 5° La cellule interne profite de l'élaboration et du sacrifice du test, à la paroi duquel elle tient par un hile nommé *chalaze*, pour s'épuiser à son | 5° La cellule interne profite de l'élaboration et du sacrifice du chorion, à la surface duquel elle tient organiquement par une portion de sa péri- |

| OVULE VÉGÉTAL. | OEUF ANIMAL. |
|---|---|
| tour tôt ou tard au profit de l'embryon ; elle prend le nom de *périsperme* ou d'*albumen*. | phérie, c'est alors l'albumen des oiseaux ; elle s'épuise à son tour au profit de l'embryon qu'elle enveloppe ; elle amincit ses parois, et prend le nom de *vésicule* ou *membrane de l'amnios*. |
| 6° L'embryon est, avant la fécondation, une vésicule indéterminable, émanée de la paroi interne de la vésicule périspermatique, et qui y tient organiquement par un hile lequel devient un cordon ombilical. | 6° L'embryon est, avant la fécondation, une vésicule indéterminable, émanée de la paroi interne de la vésicule amniotique, et qui y tient organiquement par un *hile*, lequel devient, en s'allongeant de jour en jour, le cordon ombilical. |
| 7° A l'approche de la fécondation, et pendant les premiers temps de la maturation, tous les tissus de l'ovule, et quelques-uns de l'ovaire, se colorent en purpurin par l'acide sulfurique, et renferment par conséquent en abondance du sucre et de l'albumine. | 7° A l'approche de la fécondation et pendant tout le temps de la gestation, tous les tissus de l'ovule, de l'ovaire et de l'utérus se colorent en purpurin par l'acide sulfurique, et renferment par conséquent en abondance du sucre et de l'albumine. |
| 8° L'embryon commence toujours par une vésicule. | 8° L'embryon de l'adulte le plus compliqué commence toujours par une vésicule. |
| 9° L'ovule, dont l'embryon est devenu apte à éclore par la germination, prend le nom de *graine*. | 9° L'ovule, dont l'embryon est devenu apte à éclore par suite de l'incubation, prend le nom d'*œuf*. |
| 10° L'embryon organisé en miniature se nomme *plantule*. | 10° L'embryon prend le nom de fœtus, dès que ses formes commencent à se dessiner d'une manière distincte. |
| 11° Germination, ou développement de la graine loin de la plante maternelle. | 11° Incubation ou développement de l'œuf hors de la mère. |
| 12° Gemmation, ou développement de la *gemme* parasite sur le rameau qui l'engendre. | 12° Gestation, ou développement de l'œuf parasite sur la surface de l'utérus. |

13° RÉSUMÉ SYNONYMIQUE.

| *Végétal.* | | *Animal.* |
|---|---|---|
| Ovule | = | ovule. |
| Graine | = | œuf. |
| Pollen | = | sperme. |
| Ovaire | = | ovaire. |
| Empâtement de la gemme | = | placenta ou branchie fœtale. |
| Test | = | coquille ou chorion. |
| Périsperme | = | albumen ou amnios. |
| Chalaze | = | adhérence de l'amnios et du chorion. |
| Cordon ombilical | = | cordon ombilical. |
| Embryon | = | embryon. |
| Plantule | = | fœtus. |
| Cotylédon | = | jaune ou vésicule ombilicale. |
| Germination | = | incubation. |
| Gemmation | = | gestation. |
| Fécondation | = | conception. |
| Dissémination | = | parturition. |
| Végétation | = | animalisation. |

2072. En un mot, identité d'origine, différence d'aptitude et d'impulsion, et divergence de développement augmentant en proportion de la distance.

2073. Nous venons de démontrer, en ayant soin de n'employer la réfutation que dans le but de mieux tracer la marche de l'observation, et de prévenir, au moyen d'une explication de détail, une erreur nouvelle. Mais, par le temps qui court, la tâche des observateurs indépendants ne saurait s'arrêter là; on sait la leur rendre plus difficile. Nous prions nos lecteurs de croire que nous ne serions jamais descendu à relever les bizarres assertions qui seront le sujet de la réponse suivante, si elles avaient circulé sous la simple garantie de l'auteur qui les publie. Notre leçon s'adresse à ceux qui prodiguent l'argent des contribuables et celui des fonds Monthyon à de telles élucubrations; elle sera la dernière de ce genre.

## § IV. *Réponse spéciale à M. Coste.*

2074. Il le faut bien, monsieur, puisque vous l'exigez avec tant d'insistance; excusez-moi, si je m'y prends si tard; vos attaques, à ce qu'il paraît, font un assez grand détour, avant d'arriver à mon adresse; je ne me trouve pas souvent, vous le savez, mêlé à la foule, devant laquelle vous décachetez les lettres que vous m'écrivez; il faut que ce soit le hasard qui me fournisse l'occasion de les lire. Je trouve une nouvelle attaque, qui est la quatrième de ce genre, dans un livre que vous venez enfin de publier; et elle occupe presque le quart du volume; ce livre est intitulé : *Embryogénie comparée*. Je ne viens pas ici juger, ni de la valeur de l'ouvrage ni de la promesse du titre. Vous avez voulu avoir quelque chose de commun avec l'auteur de l'*Anatomie comparée*, avec Cuvier, qui, dites-vous, *la veille de sa mort*, c'est-à dire à l'instant de son agonie, vous entretenait des espérances que vos travaux lui faisaient concevoir; je prendrai seulement la liberté de vous faire observer qu'il est fâcheux, pour le succès de votre livre, que l'homme puissant soit mort, et surtout que le legs qu'il vous a laissé ne soit pas contenu dans un testament olographe. Permettez-nous donc de vous lire et de discuter vos assertions, comme si Cuvier ne vous avait pas jugé d'avance.

Vous continuez à répéter, monsieur, que j'ai refusé de répondre à vos questions et d'entrer en lice avec vous, de soutenir enfin une thèse sur la question que vous traitez. Vous savez mieux que personne que le fait est inexact; permettez-moi de le rétablir d'après des dates positives.

Le travail qui a provoqué de ma part la critique qui, depuis bientôt trois ans, paraît troubler votre sommeil et mêler un peu d'amertume à la coupe dont vous enivre le pouvoir; ce travail, écrit de votre propre main, fut inséré en entier dans le *journal* que je dirigeais, dans le *Réformateur*, n° 320, 25 août 1835. Huit jours plus tard, le *Réformateur* inséra, avec la même complaisance, une petite diatribe que vous adressiez à l'Académie contre Velpeau. Huit jours après, le rédacteur des séances rendit compte, presque sous votre dictée, de la réponse de Velpeau, et ce compte rendu était malheureusement à votre avantage. Huit jours après, votre réponse à Velpeau fut insérée, comme vous l'aviez transmise au rédacteur de nos séances; elle occupe trois colonnes du bulletin. Le lendemain, on accompagna la lettre de Velpeau d'une réponse de Thompson, réponse encore qui vous donnait gain de cause. Les pièces du procès étaient placées sous les yeux du public; j'avais laissé à notre collaborateur une latitude sans bornes, dont il avait fait usage de la manière la plus avantageuse pous vous; j'avais rendu hommage à la liberté de discussion, au principe de la liberté illimitée de la presse; je vous avais laissé peut-être trop longtemps juge dans votre propre cause, pour ne pas déplaire à notre collaborateur, auprès duquel vous sollicitiez alors comme auprès d'un ministre, sorte de talent que je ne puis vous contester. Mais il m'était permis dès lors, monsieur, de chercher à mon tour à rendre hommage à la vérité, et de revenir sur une question, dans laquelle on vous avait laissé une latitude un peu insolite en mon absence. Je publiai donc, le 18 septembre, dans le bulletin du *Réformateur*, un examen critique des opinions que vous opposiez à Velpeau, et je signai mon article. Cet article, monsieur, motiva de votre part des démarches fort actives pour me ramener dans vos doctrines; notre collaborateur vint en personne tâcher de m'expliquer et de me démontrer le mérite de vos découvertes; vous m'adressâtes une réponse; elle était conçue dans des termes polis; elle fut insérée textuellement le 21 septembre, accompagnée de mes notes en marge. Je ne sais pas ce qui se passa sur ces entrefaites; mais il paraît que mes notes, dans la rédaction desquelles vous ne sauriez signaler un mot de répréhensible, produisirent quelque effet de nature à vous faire

perdre le calme, qui sied si bien à toute discussion dont l'objet est l'étude de la création; le bruit courut qu'à la lecture de ma réponse, l'Académie, jusques alors si bienveillante envers vous, vous avait retiré un encouragement de quatre mille francs, qu'elle avait été jusque-là disposée à vous adjuger sur les fonds Monthyon, d'après la proposition de votre maître Blainville. Si cela est, monsieur, il faut que vous soyez bien sensible à l'endroit de l'intérêt, et je me rends compte de votre colère si subitement allumée. Quoi qu'il en soit, votre deuxième réponse, rédigée sous une aussi fâcheuse impression, n'était pas de nature à être insérée; non pas, monsieur, que j'eusse quelque chose à redouter des insultes que vous vous y permettiez; mais j'étais dans une position telle, que j'aurais eu l'air, en y répondant, de commettre une lâcheté, et en les endurant, de déverser, sur ma réponse, l'intérêt qui pouvait s'attacher alors à ma position; ce n'est point avec de pareilles armes que je désirais vous répondre; voilà, monsieur, ce qu'on ne conçoit bien qu'avec le cœur. Je pris donc le parti de laisser de côté vos injures, et de vous rappeler à la question. J'insérai, le 25 septembre, ce qui était digne d'insertion dans votre lettre, et la discussion finit là; aux yeux du public, elle n'avait pas besoin d'être continuée (*).

Vous en jugeâtes autrement; votre diatribe, à l'effet de laquelle vous attachiez un si grand prix, fut imprimée textuellement, on dit même officiellement; elle fut distribuée à profusion dans votre cours, à l'Académie des sciences, dans les rues peut-être, enfin partout où il m'était impossible alors de me trouver. Vous êtes sans doute le seul à ignorer l'effet qu'elle produisit dans le public; que vous importe, du reste? l'effet a été plus heureux au ministère. Vous avez une compensation à laquelle vous attachez un grand prix; aux yeux de Guizot, vous êtes devenu un grand savant; aux yeux de Blainville, vous êtes devenu un personnage; vous avez droit de vous asseoir chaque jour au banquet des subventions; c'est vous qui nous l'apprenez en ces termes; « Après avoir mis » à notre disposition ses laboratoires et les ri- » chesses de ses collections, M. de Blainville a » bien voulu intéresser le gouvernement, par l'in- » termédiaire du Muséum d'histoire naturelle, au » succès de notre entreprise; et sur la demande » des professeurs de cet établissement, le ministre » de l'instruction publique, M. Guizot, à l'exem- » ple de l'Institut, s'est empressé de mettre à notre » disposition une somme assez *considérable*, qui, » réunie à celles que nous avions nous-même » consacrées à nos recherches, nous ont permis » d'établir, sur des bases assez solides (nous l'es- » pérons du moins), la science dont nous allons » essayer d'exposer les principes. » Et les faveurs ne se sont pas arrêtées là; vous recevez quinze mille francs pour aller chercher des œufs en Allemagne et en Angleterre; on vous alloue deux gérants responsables pour assurer la rédaction de vos leçons et de vos attaques, deux rédacteurs pour vous traduire en bon style, un dessinateur pour vous accompagner dans vos savantes et lointaines excursions, afin de surprendre plus facilement sur le fait cette nature, qui semble se replonger dans le puits, dès qu'elle s'est manifestée à vos regards. Oh! vous avez raison de le faire observer; vous offrez avec Harvey un point d'analogie incontestable; Charles Ier, roi d'Angleterre, fut moins magnifique envers cet illustre et savant embryologiste, qu'on ne l'a été envers vous. Il y a plus, monsieur, la presse tient toutes ses trompettes à votre disposition; les articles signés X l'inondent en votre faveur, X algébrique qui cache également, et le nom du rédacteur de l'article, et le prix de l'annonce. Or vous savez que pour nous, la presse presque entière nous est fermée par ordre, et que désormais ce n'est pas par ce côté de la publicité que nous troublerons votre bonne fortune; et avec tout cela vous pensez encore à nous! et du faîte où vos talents vous placent, vous jetez encore un regard courroucé sur ce coin de terre ignoré, où, pauvre clerc de la science, assez roturier pour savoir lire et écrire et comprendre le latin, nous sommes contraint, nous, d'observer à nos frais les œufs pondus par les poules françaises, de rédiger de notre propre main nos écrits, de prendre des croquis de notre bout de crayon; oh! seigneur, nous ne vous croyions pas capable, sans mentir, de cet acte de modestie. Mais puisque vous avez tant fait que de déroger aux hautes habitudes, achevez votre ouvrage, et cessez de dire à vos lecteurs officiels que nous refusons de vous répondre, d'entamer une discussion avec vous, sur votre *blastoderme*, sur votre *vésicule ombilicale*, sur votre *allantoïde*, etc.; car cela n'est pas vrai, vous le savez bien.

Mais ces sortes de discussions ne sont profitables que dans une réunion publique, en face de juges compétents, de médecins, de savants et d'élèves de nos écoles savantes; mais tous la carte au chapeau, monsieur, afin qu'il soit bien

(*) Voyez en outre le *Réformateur*, 9 octob., n° 365.

constaté que vos maîtres ne se sont pas chargés du soin de nous composer un auditoire. A ce prix, monsieur, je puis aujourd'hui me rendre à votre invitation; et dans mes cours, je vous ai assez mis en demeure de me l'adresser, je vous ai assez souvent défié de montrer en public les faits que vous avancez; je vous réitère ce défi, et je pose d'avance la question en ces termes : Les travaux de M. Coste (ceux qu'il a publiés depuis la mort de Delpech) sont les productions les plus incomplètes et les plus erronées qui aient jamais été publiées en embryologie. Voilà la thèse générale. Voici les propositions particulières : 1° *Vous soutenez que le cordon ombilical vient s'implanter après coup sur le chorion pour former le placenta, en sorte qu'à une certaine époque l'embryon est libre de toute adhérence avec ses enveloppes.* Nous vous défions de nous montrer jamais ce fait sur un œuf quelconque; mais entendons-nous, sur un œuf disséqué en public et devant nous. 2° Ce point de votre livre nié, tout votre livre n'est plus qu'un tissu d'erreurs, car toutes vos opinions découlent de cette erreur première.

La discussion, vous le savez, n'était engagée que sur ce point, que sur l'étrange idée que vous vous êtes formée du développement du cordon ombilical; et nous vous avons répété à satiété ce défi, à satiété dans notre dernier cours public, dans le même local où vous deviez en ouvrir un après nous, ce à quoi nous avons consenti de bien bon cœur; car, vous le savez, monsieur, nous sommes partisan de la liberté illimitée, et nous ne profiterons jamais de la position avantageuse que l'indulgence des élèves est dans le cas de nous assigner, pour étouffer les réponses d'un adversaire qui émarge au ministère. Dites, monsieur, à ceux qui vous rémunèrent de se montrer aussi loyaux que nous.

Je viens, monsieur, de vous donner une leçon de bonne foi, en vous citant des dates; permettez-moi de vous en donner une sur l'art d'observer et d'interpréter les phénomènes; je le fais maintenant votre livre à la main. Dans la portion que vous me consacrez, vous avez tronqué mes phrases, altéré mes pensées, supprimé à votre fantaisie; je ne vais pas vous imiter. Vous discutez longuement; on ne discute que quand on doute. Je ne conserve pas le moindre doute, je ne discuterai pas; je vous expliquerai la cause de vos erreurs ; le public vérifiera tôt ou tard et jugera entre vous et moi ; et les contribuables auront un élément de plus, pour évaluer le pouvoir de l'argent ministériel, en fait de découvertes scientifiques, quand cet argent est distribué par certaines mains et à certaines conditions. Je commence.

Voilà bientôt sept ans que vous nous parlez de vos longs travaux en embryologie; et quoique vous ne nous ayez pas révélé le chiffre auquel s'est élevée la munificence ministérielle et académique, on peut, sans exagérer, le porter, au moins pour cette année, à une trentaine de mille francs. Vous avez pu immoler, sur l'autel de vos observations, cent lapines, une cinquantaine de brebis, etc.; et au bout de ce long et laborieux enfantement, vous donnez à la science un premier volume accompagné d'un atlas de 10 planches, et vous nous en annoncez un second, pour lequel vous ne possédez pas encore un seul dessin, ni une seule note (à l'instant (15 novembre) où je vous écris ces mots, que vous lirez peut-être avant l'épreuve). Votre atlas doit être couvert de figures nouvelles, de dessins d'organes inconnus ou mal figurés! examinons-le et tâchons d'en faire l'inventaire. Votre première planche est au simple trait; ce sont, dites-vous, des coupes théoriques. La seconde ne renferme pas une seule figure qui vous appartienne ; vous avez fait calquer les trois premières sur Éverard Home, bien mauvais observateur, quoiqu'il fût largement rétribué; Velpeau avait copié cette figure dans son livre, bien avant vous, et c'est le même dessinateur qui vous a prêté son crayon à l'un et à l'autre; les fig. 4-8 sont empruntées à Pockels; Velpeau en avait déjà publié les principales, que nous lui avons empruntées bien réduites, mais pas encore à leur juste valeur, dans un tout petit coin de notre pl. 19, fig. 10 et 11. Ainsi rien de votre fait sur la pl. 2.

La pl. 3 renferme encore 2 figures calquées sur Hunter ou plutôt sur Velpeau, qui nous en a donné une, laquelle était suffisante; nous y trouvons à la vérité 6 figures qui vous appartiennent; elles représentent les deux seuls œufs humains que vous ayez jamais disséqués de votre vie; nous en apprécierons l'importance plus bas. La pl. 9 et la pl. 10 sont calquées sur les figures d'Owen et les reproduisent dans tous leurs détails; elles représentent l'ovologie du kanguroo et de l'ornithorhynque ; et vous avez la bonne foi d'en avertir vos lecteurs, ce que, d'après Owen, vous auriez dû ne pas oublier dans la séance du 30 octobre (Académie des Sciences). De ces 10 pl. il vous en reste donc en propre 5, l'une consacrée à l'ovologie du chien, l'autre à celle du lapin et trois à celle de la brebis.

Or, monsieur, il n'est pas un seul anatomiste qui ne soit en état de vous dire, que ce que vous figurez sur ces cinq planches, n'ajoute pas l'ombre d'une nouveauté aux dessins d'embryologie que possède la science. Et de tout cela un seul homme est en droit de réclamer une certaine part de gloire : c'est Chazal, votre habile dessinateur ; mais il pourrait dire mieux que personne lui-même que ce n'est pas la première fois qu'il a dessiné ces objets. Il est déplorable, monsieur, je vous le dis la main sur la conscience, de consacrer un si beau talent d'exécution à des répétitions semblables, et d'aussi beaux dessins à asseoir vos idées, qui ont certainement le mérite de la nouveauté. Quant au texte, monsieur, de même que vous avez augmenté le nombre de vos planches avec les planches d'autrui, vous semblez n'avoir fait votre livre qu'avec les pages d'autrui, que vous citez longuement, et puis avec de longues diatribes, tantôt contre celui-ci, tantôt contre celui-là ; ensuite contre Velpeau, qui a eu le mérite de publier, sur l'œuf humain seul, cinq fois plus de figures originales que vous n'en publiez, originales ou non, sur six animaux différents ; enfin et surtout contre moi. Et dans ce mélange de citations et d'attaques, vous glissez de temps à autre quelques mots sur vos découvertes, ce qui les rend très-difficiles à découvrir pour vos lecteurs. Voici la formule la plus claire, par laquelle il me soit possible de les rendre. « L'embryon, dans le principe, présente deux » parties distinctes, ou mieux deux lobes, un » petit elliptique, et l'autre plus grand, qui est » la vésicule ombilicale. Bientôt, du côté de la » queue, le point du pourtour du rétrécissement » se projette hors du bassin, et prolonge la vési- » cule blastodermique, comme l'appendice cœcal » prolonge l'intestin ; ce *cul-de-sac* est l'*allan- » toïde*. A mesure que l'allantoïde acquiert du » volume, elle tend à s'appliquer sur la surface » interne de la membrane vitelline (chorion), » avec laquelle elle se confond de plus en plus, » et, par l'intermédiaire de celle-ci, à s'accoler » sur un ou plusieurs points des parois internes » de l'utérus, pour former le placenta. Le pédi- » cule de la vésicule ombilicale s'unit à celui de » l'allantoïde ; et ces deux organes subissent une » torsion spirale qui les convertit en cordon » ombilical ; en sorte qu'à une époque l'embryon » est sans communication directe avec ses enve- » loppes, et que le cordon ombilical à une cer- » taine époque ne tient pas au chorion. Le feuillet » externe de l'allantoïde constitue plus tard l'am- » nios. » Ce sont en substance, monsieur, les choses vraiment étranges (c'est votre expression) que vous ne redoutez pas de publier sous les auspices de certains noms. Tout ce que vous ajoutez est de cette force ; j'en ai assez enregistré. Avec ces chimères embryologiques, on peut aujourd'hui se créer du positif et se faire une position sociale, mais je doute qu'on se ménage les suffrages des moins habiles observateurs. Mais comment voulez-vous, monsieur, qu'on réfute des choses semblables ? on ne peut le faire que par un mot, et ce mot est composé de quatre lettres.

Il est un fait qui renverse tout cet échafaudage, c'est l'existence du cordon ombilical. Vous prétendez qu'il n'existe pas à une certaine époque, et que l'embryon est alors libre de toute adhérence. Vous me sommez de vous prouver le contraire. Il me suffit de vous présenter des œufs dans lesquels le cordon ombilical adhère, et jusqu'à présent ni les anatomistes ni moi n'avons pu en rencontrer d'autres. Vous nous répondez que ces œufs sont trop avancés en âge ; on vous prie de nous communiquer les vôtres en public ; vous fermez l'oreille ; seulement vous accordez un jour cette faveur à un anatomiste de la capitale, qui voulut juger de la valeur de notre polémique ; et malheureusement on trouva que l'embryon adhérait bel et bien au chorion ; sur quoi vous avez répondu que cet œuf humain n'était pas encore assez jeune. Eh bien ! je vous réitère pour la vingtième fois le même défi, qui est de nous montrer un œuf humain dont l'embryon ne soit pas encore attaché aux enveloppes. Lorsque je vous adressai cette invitation, à vous embryologue officiel et doublement patenté, permettez-moi la métaphore, vous n'aviez encore ouvert que deux œufs humains. Il y a de cela déjà quatre grandes années. Vous avez dû vous munir depuis ce temps d'une collection plus considérable ; vous êtes en demeure ; nous sommes prêt à être réfuté. Je conçois comme vous, monsieur, combien il est difficile de rencontrer des œufs humains expulsés assez jeunes, pour remplir les conditions que vous exigez. Je conçois encore que la munificence qui a permis d'immoler des hécatombes à la Lucine embryologique, ne soit pas inépuisable ; mais pourquoi chercher si loin et tant de fois la solution d'un problème qu'il est si facile de résoudre avec les œufs de nos basses-cours ? Pouvez vous, monsieur, trouver des œufs plus jeunes que les œufs non encore couvés ? Or vous pourrez voir de vos propres yeux, maintenant que vous

en êtes averti, et en suivant le procédé ci-dessus indiqué (2033), procédé tout simplement culinaire, vous pourrez voir que le germe ou vésicule de Purkinje tient au jaune organiquement; que le jaune tient au blanc organiquement et par un point (*om*, fig. 22, pl. 19), qui plus tard (fig. 20, *om*) est incontestablement le cordon ombilical. Vous le voyez sur l'œuf le plus jeune que nous puissions observer, le cordon ombilical existe; il sert de lien et de point de communication à toutes les pièces de l'œuf. Voilà des sujets, ne différez pas de nous réfuter; mais pas par écrit, monsieur; car il est possible que vous éprouviez du plaisir et que vous trouviez de l'intérêt à charger vos scribes de nous attaquer; mais, je vous le déclare franchement, je n'ai ni plaisir ni intérêt à vous répondre; je suis fâché de vous le dire, mais je sens que cela n'en vaut pas la peine, et je suis pressé de faire mieux. Voilà la question véritable, d'où vous avez tort de sortir, pour nous demander de vous expliquer ce que vous avez vu, ce que vous entendez par *blastoderme*, par *tache embryonnaire*, par *membrane adventive*, etc.; à peu près comme un homme qui nous dirait, en nous montrant le poing : Devinez ce que je tiens dans la main.

Cependant, maintenant que vous avez daigné ouvrir le poing, et nous montrer ce que vous serriez alors dans la main, il nous sera facile de vous expliquer ce que vous croyez tenir; et afin de le faire d'une manière plus intelligible pour tout le monde, nous nous sommes décidé à vous copier, je me trompe, à copier deux des dessins dont Chazal a enrichi votre livre; vous les reconnaîtrez sans doute fig. 12 et 13 de notre pl. 19. Nous y avons joint la figure infiniment réduite d'un œuf avancé de brebis, telle qu'on la trouve non pas dans votre livre, mais dans presque tous les ouvrages d'embryogénie. Ces trois figures nous serviront à vous expliquer ce que vous croyez avoir vu.

1° Dans l'œuf des mammifères non fécondé, vous distinguez une membrane externe que vous nommez membrane vitelline, une masse granuleuse, et une vésicule que vous comparez à celle que Purkinje a trouvée dans l'œuf des oiseaux. Vous commettez en cela une triple erreur; votre membrane vitelline et votre masse granuleuse appartiennent à la substance de la même enveloppe, qui est très-épaisse à cette époque proportionnellement à la plus interne; c'est le chorion futur. Ce que vous désignez sous le nom de vésicule de Purkinje, est l'amnios central, l'amnios à cette époque organisé et non épuisé; c'est l'analogue du périsperme non encore fécondé des plantes, et de l'albumen de l'œuf des oiseaux : la vésicule de Purkinje est le germe bien visible appliqué sur le jaune ou vitellus des oiseaux.

2° Dans l'œuf après la conception, ce que vous désignez sous le nom de membrane externe est le chorion aminci sur son pourtour; et votre vésicule blastodermique est l'amnios non encore épuisé; c'est l'analogue du blanc de l'œuf. Il ne faut pas croire, en effet, que le développement organique soit une permutation continuelle d'organes, un changement à vue, pour ainsi dire, comme nos publications actuelles ne sont le plus souvent qu'un changement de nomenclature. Ce que nous voyons grand a commencé par être petit, et ce que nous voyons petit a commencé par être infiniment petit; voilà ce qu'il ne faut jamais perdre de vue, si l'on désire n'être pas exposé à prendre les termes de la progression organique pour autant d'existences indépendantes et éphémères.

3° Il paraît que c'est sur l'œuf de la brebis que vous avez assis pour la première fois vos idées; eh bien! monsieur, vous avez été malheureux dans votre choix. Cet œuf, qui porte des cornes, vous a trompé par cette structure exceptionnelle. Ce que sur vos figures vous prenez pour l'allantoïde est tout simplement le placenta qui commence à devenir vasculaire, et dans le sein duquel, plus tard, doit se former l'allantoïde; et ce que vous indiquez sous le nom de vésicule ombilicale double, est la charpente organisée de chacune des cornes de l'œuf; c'est sa moelle, si je puis m'exprimer ainsi; c'est l'organe par lequel chaque corne se développe chaque jour, et s'insinue dans la corne correspondante de l'utérus de la brebis. Si vous aviez étudié des œufs humains en plus grand nombre, à une époque de la gestation assez avancée, vous auriez pu trouver, dans la substance interne du placenta fœtal, de ces nervures tendineuses en grand nombre, qui, au même titre, deviendraient tout autant de vésicules ombilicales.

Soit, en effet, la fig. 18, pl. 19, de notre présent ouvrage. Dans le principe la portion (*al*) qui ici est réellement l'allantoïde pleine du liquide allantoïdien, dans le principe cette vésicule est perdue dans le tissu du placenta, qui ici s'étend en deux cornes (*pc*), et qui alors affecte la forme de l'allantoïde âgée et complète; et ces deux cornes ne sont autre chose que des prolongements non vasculaires, d'une grande blancheur, qui, à la

veille de la parturition, se fanent faute d'emploi, comme on le voit en ($\beta$). Ce sont ces prolongements qui sont, pour ainsi dire, la gemme et le bourgeon terminal de ce développement, et qui deviennent vasculaires, et poussent un cotylédon de plus (2035), à mesure qu'ils gagnent du terrain. Or tout développement a un centre d'élaboration; à l'âge avancé de l'œuf on voit ce centre comme médullaire en ($\alpha$). Eh bien! monsieur, c'est cette nervure centrale qui existe à toutes les époques, c'est elle-même, ne vous déplaise, que vous avez eu le malheur de désigner comme l'analogue de la vésicule ombilicale des oiseaux. Singulière analogie, qui assimilerait un double prolongement sortant du ventre de l'animal pour s'avancer avec les cornes de son œuf, à une vésicule dont le caractère, pour me servir des expressions des embryologues, est d'entrer dans le ventre du fœtus qui se développe. En vérité, monsieur, à vous entendre tant déclamer contre l'analogie qui n'est pas de votre fait, on ne se serait pas attendu à vous voir trouver de l'analogie entre ce qui sort et ce qui rentre.

Or, si votre erreur est de la sorte rectifiée, comme vous avez vu, ce qui est vrai, qu'à toutes les époques l'embryon tient et à votre *allantoïde* et à votre *double vésicule ombilicale*, qui toutes les deux ne sont que le *placenta*, vous avez vu que l'embryon tenait à ses enveloppes par son ombilic, par son cordon ombilical, qui à toutes les époques est à l'endroit marqué (*c*), sur la fig. 18, pl. 19 de notre ouvrage.

4° Passons maintenant aux deux seules figures dont vous ayez enrichi l'ovologie humaine, et que je vous ai empruntées sur la pl. 19, fig. 12, 13. La fig. 13 n'offre rien de si extraordinaire; Velpeau en a publié une vingtaine avec les accidents de la vôtre. (*c*) représente le chorion, (*c'*) les villosités du chorion, (*b''*) l'amnios; jusque-là tout est bien, vous êtes dans le vrai, qui est fort ancien. Vous voyez en (*o*) la vésicule ombilicale; cette opinion est de Velpeau; nous avons démontré, je le pense, ce qu'elle pouvait être; mais surtout qu'elle ne saurait être la vésicule ombilicale (2056). Si dans l'œuf (fig. 19, pl. 19, de notre ouvrage) l'amnios (*am*) ne s'était pas développé, qu'il fût resté en germe, il aurait été certainement pour Velpeau et pour vous la vésicule ombilicale. Mais voici une explication qui vous est propre; vous trouvez en (*e*) le pédicule de l'allantoïde; et dans les vaisseaux (*e"*), les vaisseaux allantoïdiens qui ramperaient sur la surface interne du chorion, et qui seraient les seules traces de la vésicule allantoïde. Il faut, monsieur, que vous vous soyez fait une bien singulière idée de la structure vasculaire des organes, pour admettre qu'un organe disparaisse sans ses vaisseaux, pour croire que son système vasculaire soit dans le cas de lui survivre et de s'appliquer, comme un squelette, sur la surface d'un autre organe. Les vaisseaux que vous voyez là sont ceux qui arrivent au placenta fœtal, qui sont une expansion des vaisseaux ombilicaux; et l'allantoïde de cet œuf n'existe que dans votre imagination. Tâchez une autre fois de la montrer au public avec des caractères moins équivoques et moins bizarres.

L'œuf que nous avons reproduit sur la fig. 12, pl. 19, offre des caractères plus prononcés. (*c*) étant le chorion, (*d*) ses villosités, (*b''*) l'embryon enveloppé dans son amnios, ce qui est vrai d'après tout le monde, vous admettez que l'ampoule (*e*) est l'allantoïde et (*o*) la vésicule ombilicale. Mais sur quels caractères vous fondez-vous? pourquoi (*e*) ne serait-il pas la vésicule ombilicale et (*o*) votre allantoïde? je leur trouve exactement la même forme, la même position. Révélez-nous le secret de la différence. Mais pourquoi, monsieur, avez-vous manqué une occasion d'une aussi belle analogie? pourquoi ne pas voir dans les deux ampoules (*o* et *e*), l'analogue des deux vésicules ombilicales que vous avez attribuées à la brebis, sauf à nous placer l'allantoïde dans un coin quelconque du chorion, comme un organe dont il ne reste plus de traces. Non, monsieur, ces deux ampoules ne sont rien de tout cela, car vous n'avez aucune raison pour nous le dire; votre opinion est dépourvue absolument de preuves. Ces deux ampoules ne sauraient être en aucune manière ce que vous dites; d'abord, parce que ce n'est pas là la place de la vésicule ombilicale, qui n'est jamais séparée du ventre du fœtus par une membrane amniotique, mais qui fait toujours partie du fœtus lui-même; parce que ce n'est pas là la place de l'allantoïde, laquelle n'a jamais une membrane propre et indépendante du tissu du chorion placentaire, laquelle ne s'insère pas sur le même point que l'amnios et parallèlement avec lui, mais n'est que l'expansion du canal, qui se rend par le cordon ombilical jusque dans le cloaque et la vessie.

Est-il besoin de vous déterminer ce que vous avez vu? ne l'avez-vous pas deviné d'avance par ce que nous avons dit plus haut? Voyons, je vais vous y conduire comme par la main. Vous admettez, sans doute, que le même chorion soit dans le cas de renfermer trois amnios, comme il

en renferme deux sur l'œuf de la fig. 19. Allons, un peu de complaisance, ne niez pas cela. Mais n'admettez-vous pas, avec la même bonne foi, qu'il puisse arriver des cas, où deux de ces amnios restent stériles, quand le troisième a une tendance prononcée à se développer? Or, si l'œuf, ainsi frappé d'atrophie dans les deux tiers de ses germes, est expulsé le vingtième jour, sous quel aspect vous apparaîtront les trois germes? exactement comme vous nous dites les avoir vus, tous trois implantés sur le chorion, comme trois petites ampoules, à travers l'une desquelles se dessinera l'embryon. Encore un petit mot, s'il vous plaît, et si je n'abuse pas de votre patience; n'auriez-vous pas remarqué que ces trois ampoules tiennent également au chorion? or comment concevoir cette adhérence, si l'embryon ne tient au chorion, comme l'admet votre doctrine, qu'après que l'allantoïde est venue, de l'ombilic de ce fœtus, s'implanter sur le chorion, et y former le placenta enfin? Vraiment la figure que vous nous donnez est en flagrante contradiction avec cette hypothèse, puisque l'embryon tient déjà au chorion, alors que votre allantoïde est libre par son extrémité opposée à l'embryon.

Je m'arrête, monsieur; j'ai peut-être trop accordé au préjugé, en vous écrivant une lettre si longue; et mes lecteurs auront de la peine à me pardonner l'importance que ma mission prête à vos opinions. Mais j'avais une leçon à donner non pas à vous, monsieur, mais à vos Mécènes, dont l'importance est un fait, sinon un droit, qu'on ne saurait se dissimuler; je l'ai mise à votre adresse; mais ce sera pour la dernière fois; je ne vous répondrai désormais plus que par le silence; je vous ai dit tout ce que j'avais à vous dire. Distribuez des diatribes dans vos cours, pour remplir les lacunes de vos leçons orales; demandez, s'il le faut, deux scribes de plus pour formuler et rédiger vos opinions, et s'en constituer gérants responsables. Pour moi je n'ai ni chaire, ni scribes, ni Mécènes; il ne me reste qu'un petit bout de plume qui est occupé ailleurs qu'en votre endroit, et un public de lecteurs, qui ne sont pas assez riches pour me fournir les fonds d'une missive inutile, et qui attendent de moi autre chose qu'un cours élémentaire d'observation à votre unique usage. Je vous quitte, pour revenir à eux, qui n'auront peut-être pas le privilége de lire ma réponse avant vous; vous aurez ainsi tout le temps d'en amortir l'effet d'avance : je n'y tiens nullement.

R.

NEUVIÈME ESPÈCE.

Tissus vasculaires.

2075. Une des conséquences principales de la *théorie spiro-vésiculaire*, c'est que dans le principe, les vaisseaux de la circulation n'ont aucune paroi qui leur soit propre, et que leur capacité n'est formée que par le dédoublement des deux cellules contiguës, qui puisent leur nutrition dans le torrent qui coule contre leurs parois. Mais de même que ces sortes de dédoublements canaliculés s'ossifient et s'incrustent de sels calcaires, et semblent dès lors acquérir une existence indépendante, de même les parois qui circonscrivent le torrent de la circulation, plus favorisées que les autres portions de la cellule, plus voisines de la source où l'élaboration puise ses matériaux; ces parois ambiantes, dis-je, doivent prendre un développement d'autant plus considérable, que la cellule à laquelle elles appartiennent se sera élevée à une plus grande puissance, et sera douée d'une plus grande énergie d'aspiration. Le vaisseau diminuera donc progressivement de calibre, à mesure qu'il s'éloignera du centre, et qu'il s'approchera des extrémités. Son summum d'accroissement sera vers le cœur, son *minimum* aux capillaires et aux lymphatiques; et sur les capillaires, il sera impossible de distinguer la ligne de démarcation qui le sépare de la cellule.

2076. Or, les parois aspirantes et expirantes doivent finir par prendre les caractères d'un tissu musculaire; et ce caractère se fait éminemment remarquer sur les vaisseaux d'un gros calibre. Mais la démonstration de cette dernière proposition suppose certaines notions que nous fournira l'analyse du sang; nous renvoyons donc à ce chapitre, sur toutes les questions qui tiennent au système vasculaire : liquides et tissus.

DIXIÈME ESPÈCE.

Tissus glandulaires.

2077. Nous avons fait connaître plus haut la structure intime de la glande lacrymale du lapin (1618) (pl. 18, fig. 1 et 2). Nous avons vu que cette glande est un emboîtement de cellules, enveloppées par une cellule générale, qui est elle-même renfermée dans une cavité, et libre de toute adhérence sur toute sa surface externe, à l'exception d'un point par lequel elle tient à la paroi de la cavité dans le sein de laquelle elle a pris naissance, et ce point c'est le *hile*, ou son

*cordon ombilical*. Eh bien! c'est là la structure anatomique de toutes les glandes animales; nous serions arrivé au même résultat, en prenant pour sujet d'études les glandes d'une tout autre région; et si nous avons donné la préférence à celle-là, c'est uniquement parce que ses dimensions occupent le moins de place, et que son tissu est plus lâche et moins compacte. Mais prenez le thymus des jeunes veaux, les glandes salivaires et mammaires, les glandes ou capsules atrabilaires, les reins enfin eux-mêmes dans certains animaux, et vous aurez toujours devant les yeux un organe libre enfermé dans une capacité cellulaire, aux parois de laquelle elle tient par son hile seulement; un organe qui lui-même se compose d'une enveloppe générale recouvrant un nombre plus ou moins grand d'organes de moindre dimension, mais qui présentent le même type et le même genre d'insertion, qui renferment à leur tour chacun un certain nombre d'organes de même structure et de moindre dimension, et ainsi de suite, jusqu'à ce que le scalpel et l'œil soient arrivés aux dernières limites de l'observation. Enfin, la structure des glandes est la même anatomiquement que celle d'une masse adipeuse quelconque (1487); et ce qui est encore plus désespérant pour nos méthodes d'observation, c'est que, lorsqu'on peut arriver jusqu'à la cellule dernière en formation, on la trouve chez les glandes, comme chez le tissu adipeux, remplie d'une substance oléagineuse, qui s'échappe en gouttelettes à la surface de l'eau du porte-objet.

2078. Et pourtant chacune de ces glandes a une élaboration spéciale; chacune d'elles préside à des sécrétions d'une nature diverse; chacune d'elles fournit à l'élaboration d'un organe distinct, et préside à une fonction de la vie; c'est-à-dire que la science actuelle ne découvre les différences des glandes que dans leurs effets et non dans leur essence, dans les résultats de leur élaboration, et non dans leur mécanisme ou dans leur structure, dans leurs sécrétions enfin et non dans leur composition.

2079. C'est le même liquide, c'est le même sang qui fournit à l'élaboration de toutes les glandes; les vaisseaux arrivent, veines et artères, à leur *hile*, pénètrent et répandent par ce point, sur toute la surface de l'enveloppe externe, d'où ils pénètrent, par le *hile* encore, dans les enveloppes secondaires, puis de la surface de celles-ci dans les enveloppes tertiaires, et toujours encore par le hile de celles-ci, et cela jusqu'à la dernière de toutes, à celle qui élabore, et dont les dimensions exiguës ne se prêtent plus à une vascularité appréciable.

2080. Appliquons à l'étude des glandes la méthode nouvelle d'induction, qui prend l'organe à son plus grand état de développement, et redescend par la pensée, de dégradation en dégradation, jusqu'aux dimensions qu'il revêtait à sa naissance, méthode à laquelle l'analogie devra un jour ses plus belles révélations; et sur ce point je ne me fais pas illusion.

Soit un rein pris sur un animal adulte; supposons que l'animal ayant 140 centimètres de long, le rein ait, dans son plus grand diamètre, 4 centimètres; nous lui trouverons environ deux centimètres, lorsque l'animal sera étudié à l'époque où il n'a encore que 75 centimètres. Continuons à prendre comparativement les rapports de l'organe à l'animal, et nous aurons,

Rein=1 cent., l'animal étant long de 37 cent. 50;
Rein=5 mill., l'animal étant long de 18 cent. 75;
Rein=2 mill., 5, l'animal étant long de 9 cent. 37;
Rein=1 mill., 25, l'animal étant long de 4 cent. 68;

enfin, lorsque l'animal, à l'état de fœtus informe, n'aura encore qu'un centimètre de long, le rein n'aura environ que $\frac{1}{37}$ de millimètre; il ne sera visible qu'au microscope et à un grossissement supérieur; il ne se distinguera en rien d'un granule de graisse (1472); la capsule qui le recouvre, et à laquelle il tient par son gros *hile* chez l'adulte, ne sera alors qu'une cellule ordinaire du tissu cellulaire ambiant. Enfin ce rein, quoique existant réellement, se perdra comme un globule, comme un point sans nom et sans caractère, dans les tissus ambiants, lorsque le fœtus sera réduit à la dimension d'un grain de millet.

### ONZIÈME ESPÈCE.

### Tissus parasites et adventifs.

2081. Je comprends sous ce nom les tissus organisés, qu'un accident, dont il s'agit de déterminer la nature, fait naître sur la surface des organes, et qui s'y développent d'une manière plus ou moins durable, comme des organes *sui generis*, comme des glandes spéciales (2077).

Nous les diviserons, 1° en *tissus parasites de l'épiderme* ou parasites de la surface externe du corps; 2° *tissus parasites des membranes muqueuses*, c'est-à-dire des parois des cavités qui communiquent avec l'air extérieur; 3° *tissus parasites des membranes séreuses*, c'est-à-dire

des parois des cavités sans communication avec l'air extérieur.

## § I. *Tissus parasites de l'épiderme.*

2082. Tout le monde connaît ces productions cutanées qui soulèvent la peau, s'infiltrent d'abord de sang, puis de pus, et tombent ensuite comme une croûte corticale. Ces boutons offrent à toutes les époques une différence caractéristique, qui les distingue au premier coup d'œil des excroissances cornées, que nous avons dit émaner des nerfs (1858). Productions superficielles, les unes ne gagnent presque qu'en surface et fort peu en profondeur; elles se propagent en plaques, se disséminent de distance en distance, et ne pénètrent jamais dans les couches sous-dermiques. Mais les autres, qui semblent occasionner des ravages plus profonds, sont celles qui s'attachent au point de jonction des surfaces épidermiques et des muqueuses, et rongent les parois, en les attaquant par deux surfaces à la fois. Il semble que l'air soit nécessaire à leur développement à toutes, et la lumière à quelques-unes.

2083. Quelle est l'origine de ces superfétations toujours incommodes, souvent dévorantes et mortelles? sont-elles des produits spontanés, ou des effets d'une cause susceptible d'être appréciée? Demandons à l'analogie la solution de la question; et par l'étude de quelques-unes de ces productions, apprenons à les expliquer toutes.

2084. Il est reconnu que la piqûre de certains insectes détermine sur la peau une ampoule qui rougit, s'enfle et se résout en pus. Or, parmi ces insectes, les uns, comme les cousins, insinuent leur trompe dans la peau, pour aller puiser leur pâture jusque dans le sang des capillaires, qu'ils aspirent. Ils perforent donc la paroi d'un vaisseau, le mettent en communication avec les cellules épidermiques par une ouverture artificielle; et quand l'animal repu retire sa trompe, il ne saurait manquer d'attirer le sang par le jeu de son aspiration, comme le ferait une ventouse; le sang s'extravase, jusqu'à ce que l'épiderme ne se prête plus à l'effort qui le distend; il se produit un petit anévrisme, où le sang séjourne, mais où il ne saurait rester stationnaire sans se décomposer et se décolorer. Les produits de cette décomposition seraient moins inoffensifs, si l'ouverture artificielle était permanente et donnait passage au pus, comme elle a donné passage au sang; mais elle est trop petite pour qu'elle tarde à se refermer.

2085. D'autres insectes produisent ces *phlyctènes*, dans le but de satisfaire leur vengeance plutôt que leur appétit; ils piquent avec un dard empoisonné, plutôt qu'avec une trompe alimentaire; telles sont les guêpes et les abeilles; et leur piqûre offre les mêmes résultats; chaque bouton est un élément de fièvre, qui devient mortelle, lorsque les éléments en sont trop nombreux.

2086. La piqûre de la punaise et celle de la puce sont produites par un suçoir, comme chez le cousin, et causent proportionnellement les mêmes effets que toutes les autres piqûres.

2087. Le pou opère des effets différents; sa morsure n'enfle pas le tissu, mais le désorganise; l'épiderme ne s'infiltre pas, mais il se mine et se détache par plaques, sous lesquelles cette vermine se loge, pour miner avec plus d'impunité encore. Le cuir chevelu de certains enfants se couvre de la sorte de croûtes dégoûtantes, dont nous connaissons à l'œuvre les auteurs, et que nous nous gardons bien de considérer comme des productions spontanées, comme des foyers maladifs *suî generis*.

2088. Lorsqu'on se promène en souliers, immédiatement après la moisson, dans les champs élevés des environs de Paris, on en revient la jambe couverte de boutons rouges; et on ne tarde pas à éprouver par le repos une démangeaison, cause de la plus violente insomnie. Si on examine à la loupe ces petites ampoules, on y remarque un petit acarus tout rouge, que les paysans désignent sous le nom de *rouget*, qui offre à peine l'apparence d'un point, et qui se tient attaché à sa proie avec une opiniâtreté que le frottement ne peut vaincre; il a pénétré sous l'épiderme. J'ai fait l'épreuve de ce supplice, en 1823, au château de Guermantes près Lagny, et nul promeneur n'en était exempt, pas plus l'homme des champs que le beau sexe. Le seul remède à la torture est de noyer le vampire microscopique, de prendre des bains de jambes, et de mettre ses bas à l'eau. La peau n'en est pas moins couverte de boutons que des médecins non prévenus ont souvent confondus avec les boutons de la véritable gale; car il arrive que l'animal s'attache aux jointures des doigts et à la main, quand on a l'imprudence de se reposer sur la terre.

2089. Nous venons de citer la gale, et pendant longtemps l'origine des boutons qui caractérisent cette maladie a été assez problématique, pour que nous nous croyions dans l'obligation d'accompagner l'étude de cette maladie de quelques documents historiques, qui fourniront en même temps un exemple de l'art d'observer, et une preuve en

faveur de l'infaillibilité académique, et de l'influence heureuse que les corps savants exercent sur le progrès (*).

2090. Historique de la découverte de l'insecte de la gale (pl. 15). — De temps immémorial, les habitants des provinces méridionales de l'Europe ont connu un insecte, que les femmes retirent avec une épingle des boutons de la gale, et qu'elles écrasent sur l'ongle, comme un pou ordinaire. Dès le douzième siècle, Abynzoar en fait mention. Dès 1682, on trouve l'insecte représenté, dans les *Acta eruditorum*, sous les traits que nous avons fait calquer (fig. 16, pl. 15). En 1687, Bonomo le dessina de son côté, sous les traits un peu moins informes des fig. 14 et 15, que nous avons calquées d'après lui, avec l'un des œufs (α), qu'il pond très-souvent sous les yeux de l'observateur.

Degeer, à son tour, eut l'occasion de l'observer, et il le reproduisit vu par-dessous (fig. 11), et vu par-dessus (fig. 12). Il est des faits classiques en histoire naturelle, qui s'appuient sur bien moins de témoignages.

Et portant tout à coup les médecins français se prennent à révoquer en doute l'existence de l'insecte de la gale, et à reléguer, dans les fables et les croyances des bonnes femmes, ce que les témoins oculaires nous rapportaient de l'habitude cosmétique des femmes du Midi. Ceux qui cherchèrent à voir l'insecte de leurs propres yeux, n'ayant rien pu trouver, nièrent positivement; ceux qui relurent les auteurs à cette occasion, doutaient, lorsqu'à leur grande satisfaction, J.-C. Galès, élève natif de la Haute-Garonne, vint trancher la question dans une thèse sur la gale; il annonça avoir découvert l'insecte dans plus de deux cents pustules; il le montra à toutes les illustrations entomologiques les plus compétentes de l'une et l'autre académie; Leroux, Bosc, Olivier, Latreille, Duméril, Pelletan, Thillaye, Désormeaux, Richerand, Delaporte, Alibert et Dubois, furent témoins et garants de sa découverte; et pour qu'il ne manquât rien à la démonstration, le dessinateur le plus correct du Muséum, Meunier, fut chargé de nous en donner la fidèle image, que nous avons reproduite par le calque sur la fig. 17. pl. 15; l'animal est vu par le dos en (*a*), de profil en (*b*), par le ventre en (*c*), à l'état jeune et n'ayant encore que six pattes en (*d*); ses œufs sont en (*e*).

Cependant il resta encore de ces incrédules, qui ne se contentent pas de lire, mais qui veulent voir et toucher; et ceux-là eurent beau se mettre à la recherche de l'insecte, et à la vérification de la découverte de Galès, leurs tentatives ne furent pas couronnées de plus de succès qu'auparavant; l'insecte mystérieux se refusa à toute autre évocation qu'à celle de l'étudiant, et pour tout autre, il persista à s'enfermer dans son ampoule; ce qui fit dire dix-huit ans après aux observateurs désappointés, qu'il n'y était pas. Le démenti était formel; un défi de 100 écus fut lancé par Lugol aux partisans de l'existence de l'insecte. Ni Galès ni aucun partisan ne se montrèrent pour ramasser le gant. Le fait était assez bizarre; il en devenait même très-piquant. Un de mes élèves, le docteur Meynier, de Marseille, me prêta le secours de son zèle pour m'occuper de la question. Sur le produit de deux ou trois cents pustules qu'il m'apportait chaque jour et que j'observai avec le plus grand soin, je ne surpris que des grumeaux albumineux, et pas la moindre dépouille d'un insecte. Cependant, me disais-je, Degeer, dont la bonne foi n'a jamais inspiré le plus petit soupçon, a figuré l'insecte; Galès l'a montré à Lamarck et à Latreille; comment se résoudre à croire que trois célèbres entomologistes aient été dupes d'une illusion inqualifiable?

J'eus recours aux figures des auteurs, que je réunis sur la même planche, afin de mieux en saisir les rapports. Or je m'aperçus qu'à la rigueur les fig. 16, 14 et 15, pouvaient être considérées comme le trait plus ou moins altéré des fig. 11 et 12, qui sont celles de Degeer. Mais comment penser que les fig. 17, qui sont celles de Galès, eussent été prises sur le même animal que la fig. 16, qui est celle des *Actes des érudits*, que les fig. 14 et 15, qui sont celles de Bonomo, de Bonani et de Backer, enfin que les fig. 11 et 12 qui sont celles de Degeer? Il me revint certaines circonstances qui me rappelèrent l'insecte du fromage et de la farine gâtée; et quelle ne fut pas ma surprise, dès le moment que j'eus placé quelques-uns de ces parasites sur le porte-objet du microscope; je restai convaincu que l'étudiant des bords de la Garonne avait commis le plus beau tour d'écolier qu'aient jamais eu à enregistrer les fastes de la science; car pendant dix-huit ans, il avait fait prendre, aux célébrités académiques, l'insecte de la farine pour celui de la gale; et ce qui était encore une bonne fortune pour cette

(*) Voyez *Annal. des sc. d'obs.*, tom. II, pag. 446; tom. III, pag. 298, 1830. — *Lancette française*, 15 août 1831. — *Mémoire comparatif sur l'histoire naturelle de l'insecte de la gale*, in-8°. Baillière, 1834.

petite découverte, c'est que le crayon de Meunier, qui certainement n'était point complice du stratagème, avait rendu au contraire l'insecte soumis par Galès à son observation, avec une fidélité et une élégance qui ne laissent rien à désirer, comme pièce de conviction.

Mais tout n'est pas fini quand on a surpris une forfaiture qui s'est rangée sous un illustre patronage; il faut démontrer, et je connaissais les obstacles. Par la méthode ordinaire, me disais-je, il faut dix ans pour faire passer une vérité dans leur science. Mais puisqu'ils tombent si facilement dans le piége, je vais leur démontrer l'erreur par un piége à mon tour; et ce fut le docteur Meynier qui se chargea de l'exécution du plan.

On prévint Lugol que le pari était gagné, que l'insecte de la gale était retrouvé; on annonça une séance publique pour le remettre en lumière; les incrédules s'y rendirent en masse; on amena les corps du délit, les galeux de l'hôpital Saint-Louis; le plus beau microscope fut dressé sur la table; les assistants, crainte d'un stratagème, demandèrent à grands cris qu'on ne fît usage que d'eau distillée; un médecin se chargea de piquer lui-même une pustule, et d'en transporter le produit sur le porte-objet; le docteur Meynier étala la gouttelette, afin de la rendre plus visible au microscope, après avoir eu la précaution de s'enfariner les ongles avec de la sciure de fromage, qu'il tenait dans sa poche; et à tour de rôle tous les assistants virent un bel insecte qui marchait, remuait ses huit pattes, que l'on compta une à une; on ouvrit la thèse de Galès; et, ô merveille! on trouva que jamais auteur n'avait fait figurer l'insecte de la gale sous des traits plus ressemblants; J. Cloquet, présent à la séance, s'écria même: *C'est bien lui, je l'ai vu cent fois déjà sur les galeux!* Ainsi la mystification nous avait réussi, comme à Galès lui-même; nous venions de voler cent écus, avec la même facilité qu'il avait volé dix-huit ans de citation et de gloire. Mais nous restituâmes; ce qu'il n'a pas fait; et la démonstration finit par un éclat de rire; l'expédient avait réussi.

Je profitai de la bonne disposition des esprits, pour publier une dissertation destinée à fixer pour l'avenir les termes de la question.

J'y établissais que J.-C. Galès avait mystifié les savants dans sa thèse inaugurale; qu'il leur avait montré l'insecte du fromage pour l'insecte de la gale; mais que de cela, il ne fallait pas induire que l'insecte de la gale n'eût jamais existé, qu'il fallait seulement conclure, dans le cas où on ne le retrouverait jamais à Paris, ou bien que l'insecte est le parasite et non l'artisan de la gale, ou bien que la gale septentrionale n'est pas la même maladie que la gale des provinces méridionales: et je présageai que tôt ou tard on retrouverait l'insecte avec les formes que Degeer lui avait reconnues. La dissertation était accompagnée d'une planche contenant toutes les figures, que les observateurs avaient données jusqu'alors de l'insecte de la gale, y compris les figures subreptices de Galès. Galès garda le silence; mais il n'en fut pas de même de l'un de ses collaborateurs; celui-ci, désireux de rétablir l'authenticité du travail classique, fit annoncer dans les journaux une séance publique à l'Hôtel-Dieu, dans laquelle il promettait de montrer l'insecte de la gale à tous les assistants. La chose était si certaine, qu'il fit imprimer par anticipation le programme, avec les formes d'un procès-verbal; et en entrant en séance, le 22 octobre 1820, on nous distribua le compte rendu, non pas de ce que nous allions voir, mais de ce que nous avions vu. Thillaye fut invité avec le beau microscope de la Faculté; Delestre tenait son crayon tout prêt au service de l'investigateur; un vaste bain de sable, maintenu chauffé à 24°, était couvert de verres de montre destinés à recevoir en serre chaude l'insecte précieux. Mais les verres de montre attendirent en vain; cent et deux cents piqûres ne fournirent que des résultats négatifs; et le combat finit faute de combattants, et surtout faute de patience. Une seconde séance n'amena pas de résultats plus heureux; Dupuytren, qui présidait, invita le démonstrateur à retirer son programme, qui avait l'air d'un procès-verbal; mais notre habile observateur répondit au conseil, en enrichissant ses quatre pages imprimées d'une planche portant en titre: *Sarcopte de la gale humaine trouvé et dessiné par M. Patrix, le 26 mai* 1812. Pour compléter la collection, nous avons fait calquer les dessins de Patrix, fig. 13, pl. 15; nos lecteurs ne seront pas embarrassés d'y reconnaître une ébauche grossière des fig. 17. Quant à nous, nous avons la certitude qu'elles ne sont qu'un calque des figures d'insectes de la farine, que Bonomo a jointes à celles qu'il publia de l'insecte de la gale, en 1692.

Nous ne laissâmes pas que de profiter de cette double perte de temps, pour mettre sous les yeux des assistants, et les figures du mystificateur, et l'original de la mystification; ce qui fit que, pendant quelque temps, les marchands du voisinage vendirent plus cher le fromage gâté que le fromage ordinaire. Ce que c'est que l'occasion!

Des circonstances indépendantes de ma volonté ne me permirent pas de me livrer moi-même à la recherche de l'insecte de la gale dans les hôpitaux de Paris; j'étais persuadé, du reste, que les médecins, mieux avisés, auraient plus de facilité à poursuivre cette étude, sur le théâtre journalier de leurs occupations. Mais, en 1831, je reçus d'Alfort, de la gale de cheval toute grouillante d'insectes, et je me convainquis, par l'étude de l'espèce du cheval, de la fidélité du dessin de Degeer. Il est inutile de faire observer que les formes de l'insecte du cheval n'offraient pas le moindre trait d'analogie avec celles de l'insecte de la farine. Nous les reproduisons fig. 8, 9 et 10 de la pl. 15, d'après la première édition de cet ouvrage. La fig. 10 représente accouplés, le mâle, fig. 9, et la femelle, fig. 8; la femelle est vue du côté du ventre, et le mâle du côté du dos; ces insectes ont vécu plusieurs jours dans le cornet de papier qui avait servi à nous les apporter. Nous avions invité les observateurs du Midi à s'occuper de la question, et à prendre des leçons des femmes du peuple de ces contrées, qui, sur ce sujet, auraient été en état de dicter une meilleure thèse que n'avait fait le docteur Galès. Ce fut un élève de la Corse nommé Renucci qui répondit à l'invitation, fort étonné d'apprendre qu'à Paris nous, doctes, docteurs, membres de cent académies savantes, nous en savions moins que les bonnes femmes de son village; et lorsqu'il eut enseigné à tous les médecins à extraire de leurs propres mains l'insecte tant attendu, il se trouva que Cazal avait tracé l'itinéraire du parasite de la manière la plus exacte; et il fut expliqué comment il était arrivé qu'on l'avait cherché si longtemps inutilement. On le cherchait en effet dans la pustule qu'il n'habite pas, au lieu de le poursuivre dans le petit sillon qu'il creuse entre le derme et l'épiderme, petit terrier analogue à celui que tracent les vers de certaines mouches, sous l'épiderme des feuilles des plantes.

Je fus appelé (25 août 1834) pour reconnaître si ce qu'annonçait Renucci était exact, et si ce qu'il montrait était le véritable insecte de la gale; et dès le premier que l'on plaça quoique mort sur le microscope, je reconnus l'insecte de Degeer, et je pus me rendre compte de la signification des accidents de son dessin. Les médecins de l'hôpital Saint-Louis assistaient à ces séances; je dessinai l'insecte sur le tableau dans le cours d'Alibert; à la leçon suivante je soumis aux regards des élèves un croquis colorié; et la question fut résolue sans retour : Degeer avait bien vu, bien dessiné les contours, fort mal les accidents de surface; rien ne manquait à ses dessins que le fini; Galès avait mystifié tous les savants du monde pendant 18 ans; les médecins ignoraient ce que connaissaient les femmes du peuple. Nous complétâmes nos premières recherches par la publication de la description et de la figure de l'insecte de la gale humaine, que nous reproduisons ici (fig. 1-7, pl. 15).

Une fois que le fait fut démontré, que l'insecte eut été pour ainsi dire disséqué pièce à pièce sous les yeux des assistants, on se rua de toutes parts à la curée; chacun voulut en dire un mot, en causer auprès des sociétés savantes; le portrait de l'insecte s'étalait aux vitres de tous les libraires de science, ainsi que les portraits des grands coupables; et il était, il faut le dire, tout aussi ressemblant; l'un d'eux se recommandait à la confiance des acheteurs, en ce qu'il avait été dessiné au *beau microscope de Chevalier* (expression académique); et je dois l'avouer, jamais le pauvre insecte n'avait été si bien et si largement défiguré; les observateurs, assez inexpérimentés, avaient pensé qu'on observe un insecte de ce calibre de la même manière que la poussière des papillons (564); et ils nous en avaient donné la silhouette et la fantasmagorie. Un autre avait découvert, dans le petit museau, plusieurs paires de mâchoires, des palpes, et des pièces aussi compliquées que sur la tête du homard. A l'Académie de médecine, le sujet de la dispute était de savoir, sur l'invitation de qui nous nous étions rendu la première fois à l'hôpital Saint-Louis, pour apprendre à reconnaître et à observer la structure de l'insecte. *C'est moi qui l'ai invité; — je crois que l'honorable préopinant se trompe, c'est moi.* Et dans tout ce mouvement, l'Académie des sciences, par un oubli inouï des convenances, n'était point consultée et n'avait rien à juger. Mais tout à coup les médecins se rabattirent sur elle; l'un lui écrivit une petite note; l'autre lui fit passer trois ou quatre insectes sous verre; le jeune Renucci lui communiqua le procédé qu'il suivait pour prendre l'insecte au bout d'une épingle, et le mettre à la disposition de ces messieurs. Ainsi l'Académie ne manquait d'aucune pièce, pour reviser la décision des premiers juges, et pour restituer, à l'insecte légitime, le trône, sur lequel sa haute sanction avait maintenu si longtemps l'insecte usurpateur. Blainville fit à ce sujet, non pas un travail *ex professo,* mais un rapport, ce qui est plus académique (6 octobre 1834); il remercia l'un de la note

qu'il avait déposée sur le bureau, l'autre d'avoir fait connaître à l'Académie le procédé des bonnes femmes de la Corse, et l'autre enfin, des trois petits personnages qu'il avait fait passer de l'hôpital Saint-Louis à l'Académie, avec toutes les précautions que recommandait le sujet, et l'intérêt de la salubrité de la docte assemblée ; mais rien n'annonça que l'honorable rapporteur eût pris la peine de décacheter le paquet ; pas la plus petite observation de son fait ne s'insinua dans les considérants de la sentence, que les journaux politiques insérèrent le lendemain, avec le respect qu'ils professent pour tout ce qui émane d'une corporation savante, si haut placée dans l'estime publique ; et l'abonné de Paris apprit que la peau du bourgeois de la capitale avait un ennemi plus dangereux que le pou et la puce. Au milieu de ce concours de bonnes volontés, un seul médecin comprit le parti qu'il devait tirer de sa position exceptionnelle ; ce fut Albin-Gras, élève de l'hôpital Saint-Louis (*) ; il soumit l'insecte de la gale humaine à l'action des réactifs, comme nous l'avions déjà fait pour l'insecte de la gale du cheval ; il se l'appliqua sur la peau et sous un verre de montre, et il vit que chaque insecte se frayait un *cuniculus*, et déterminait, avec une vive démangeaison, l'apparition d'une vésicule.

Comme ce sujet, même après trois ans, n'a pas perdu encore de son intérêt, et que les médecins s'adonneront un jour à des études analogues sur d'autres cas maladifs, après avoir résumé l'historique d'une question qui certes ne fait rien moins qu'honneur à l'influence des corps académiques, nous devons entrer dans quelques détails descriptifs ; afin de diriger les esprits dans l'observation des insectes sous-cutanés, par la méthode qui nous a servi à faire l'anatomie de l'insecte de la gale.

2091. Étude comparative d'anatomie microscopique sur l'insecte de la gale. — Vous trouverez l'insecte se frayant, entre le derme et l'épiderme, une route, un terrier (*cuniculus*), analogue à celui que les vers de certaines mouches creusent sous l'épiderme de certaines feuilles, avec la différence que celui de l'insecte de la gale est à peine distinct à la vue, et qu'il exige le secours d'une loupe ordinaire pour être aperçu. On reconnaît l'insecte à travers la transparence de l'épiderme qu'il soulève ; c'est un petit point blanc qui se dirige dans le sens opposé à la vésicule sous laquelle commence ce petit sillon. On pique le sillon avec une pointe d'épingle tout près du point blanc, et on amène l'insecte à la pointe qui soulève et fend l'épiderme dont il est recouvert. Cet insecte a à peine $\frac{1}{3}$ millimètre dans les deux sens. Il est d'une grande blancheur ; et à une simple loupe de deux centimètres de foyer, on peut déjà en reconnaître toutes les parties et les caractères ; c'est même par l'observation à la loupe, qu'il faut toujours commencer l'étude d'un animal aussi gros et aussi peu transparent ; un grossissement exagéré en altérerait les contours et en cacherait dans l'ombre la coloration naturelle et les accidents de surface. Après l'avoir dessiné par ce moyen et en avoir reconnu le nombre des organes et leur couleur, on augmente progressivement les grossissements pour étudier les détails, qui ne sauraient être mis en relief que de cette manière. On a soin de prendre la mesure exacte de chaque détail observé, d'en dessiner les contours et les accidents avec une fidélité scrupuleuse ; ce travail terminé, et lorsque la concordance des croquis nombreux qu'on aura pris ne permet plus de douter du mérite de la ressemblance, on rassemble ces détails en un seul tout, dont l'exactitude générale est la somme de toutes les exactitudes de détail. On confronte de nouveau le dessin général avec l'image de l'animal à la loupe et au microscope, par réflexion et par réfraction ; et l'on est en droit alors d'assurer qu'on a observé.

2092. L'insecte de la gale humaine est blanc sur toute la surface de son corps. Ses huit pattes et le museau sont d'un rouge plus ou moins vif, selon le genre de microscope dont on se sert. Il est d'une dureté telle, qu'il ne saurait être écrasé par la pointe de l'aiguille qui le presse, et qu'il s'échappe comme en bondissant sous la pression, par l'élasticité des poils rigides qui hérissent son dos. Le ventre en est plat et lisse, mais le dos offre une proéminence énorme au centre, une autre sur l'abdomen et une autre moindre près de la tête. La surface dorsale et la surface ventrale se joignent exactement comme la carapace et le plastron des tortues ; et ce qui ajoute encore à l'analogie, c'est que les quatre pattes antérieures et le museau sortent de la commissure des deux surfaces, et semblent pouvoir y rentrer pour se mettre à l'abri ; la fig. 1, pl. 15, représente l'insecte vu de champ par le dos. La fig. 2 le représente vu par le ventre, et la fig. 3 vu de profil. La tête (*t*), d'un rouge transparent, occupe le centre de l'éventail qui supporte les quatre pattes antérieures. Elle est

(*) *Recherches sur l'acarus de la gale*, in-8°. J.-B. Baillière.

nichée dans l'une des commissures de la carapace qui la déborde, et du plastron qui offre là une échancrure anguleuse, en sorte que par le dos on ne voit que la moitié de la tête, et que souvent elle échappe au regard en se baissant. La fig. 6 la représente isolée, avec ses deux grands yeux dilatés par son séjour dans l'acide acétique, et avec les quatre antennes qui s'insèrent sur deux rangs entre les deux yeux; la trompe en est repliée en dessous. De chaque côté de la tête sont deux pattes, rouges et transparentes comme elle, et insérées comme elle dans la commissure de la carapace qui les déborde, et du plastron dont les bords cornés sont d'un rouge de brique. Chaque patte antérieure (*p*) a quatre articulations, et à la base une hanche triangulaire, dont l'hypoténuse regarde en dehors. Elles sont ornées d'un ambulacre (*ab*) roide et terminal, qui finit en une ventouse, par laquelle l'animal s'attache au plan qu'il parcourt. Au-dessous du bord corné antérieur du plastron, on remarque un écusson thorachique (fig. 2); il se dessine par trois lignes également cornées qui convergent vers le centre, la médiane en partant de dessous la tête, et les deux autres du point qui sépare les pattes de chaque paire. Les quatre pattes postérieures (*p'*) offrent la même coloration et le même nombre de pièces que les pattes antérieures; elles partent également d'un rebord corné, et qui se prolonge de chaque côté de l'abdomen en un écusson presque carré. Mais ces pattes postérieures sont quatre fois plus courtes; elles s'insèrent sur le ventre qu'elles dépassent à peine de leur longueur, et au lieu d'un ambulacre (*ab*), elles sont terminées par un long poil (*pl*). Degeer avait rendu tout cet appareil du train postérieur, par quatre poils enflés vers leur base et insérés sur le ventre de l'animal (fig. 11). L'anus (*an*) déborde la partie postérieure de l'animal, entre quatre poils courts et parallèles, qui s'insèrent sur le bord postérieur de la carapace; il est tantôt saillant et tantôt caché; pour le rendre visible, il suffit de laisser dessécher l'insecte mort; l'abdomen (*ad*) se retire de la carapace (*cp*), et l'anus (*an*, fig. 7) se dessine, au bout d'un rectum marqué d'anneaux, comme un organe rétractile.

On remarque sur le dos de l'animal un grand nombre de points disposés dans un ordre constant et symétrique (fig. 1). Ce sont des poils vus de champ; mais des poils roides et cornés, comme toute la carapace, et qui sont cause que l'animal que l'on comprime s'échappe en bondissant, comme nos graines hérissées de piquants. On distingue ces poils, en plaçant l'animal sur le côté (fig. 3), et le tranchant latéral sous l'œil de l'observateur; on voit que les plus longs forment les deux rangées qui s'étendent du centre dorsal vers chaque côté de l'anus, et les deux rangées qui s'étendent du même centre vers chaque côté de la tête. Quant à la structure de la carapace, c'est un tissu réticulé, à mailles allongées dans le sens de la largeur, fort étroites, et dont les interstices canaliculés et en relief *guillochent* pour ainsi dire la surface, lorsqu'on l'examine à une simple loupe. La fig. 5 représente un fragment de ce tissu vu à un grossissement assez considérable.

Que la carapace et le plastron appartiennent par leur structure chimique aux tissus cornés, c'est ce dont on s'assure, en laissant séjourner cet insecte dans l'acide acétique concentré. Car tous ses tissus se dissolvent ou acquièrent une grande transparence dans cet acide, à l'exception des pattes, de la tête, et de l'enveloppe générale du corps; la fig. 4 représente les contours de celle-ci, tels qu'ils se dessinent dans ce réactif. A l'état de vie, l'animal modifie ces contours par ses divers mouvements; sur les figures 1 et 2 nous avons tâché d'en rendre la forme la plus ordinaire; mais la fig. 2 est vue un peu en perspective, et l'animal fixé par le dos contre le porte-objet, ce qui ne saurait avoir lieu, sans que la bosse centrale le place dans une position oblique par rapport à l'observateur.

2093. D'après cette description et l'étude de ces figures, il sera facile de comprendre tout ce qui manque aux fig. 16, 14 et 15, qui sont celles publiées par Bonomo et les *Actes des érudits*, et aux figures de Degeer, fig. 11 et 12; mais on ne conservera pas le moindre doute sur l'identité de l'insecte que ces premiers observateurs ont eu sous les yeux, avec celui que nous venons de décrire, et que, depuis la publication de nos figures, une foule de médecins et de naturalistes ont étudié de leurs propres yeux.

La différence spécifique de l'insecte de la gale du cheval, fig. 8, 9, 10, est frappante par rapport à celui de l'homme. Elle réside dans l'insertion des quatre pattes postérieures sur les côtés de l'abdomen, dans la forme de l'écusson ventral (fig. 8); dans la présence des ambulacres à l'extrémité des deux pattes postérieures, et surtout dans la structure de ces ambulacres (fig. 9'), qui se composent d'un pédicule flexible bi-arti-

sulé (*pd*), et d'un suçoir ou ventouse (*sc*) épanoui en entonnoir.

2094. Chaque espèce de mammifères qui est sujette à la gale, doit offrir un insecte spécifiquement différent; et nous avons droit d'adresser aux écoles vétérinaires un reproche sévère, pour n'avoir pas fourni, depuis le temps, des matériaux à la monographie de ce genre de parasites.

2095. Dans la première édition de cet ouvrage, nous avions exagéré les proportions des pattes de l'insecte du cheval, pour en mettre les détails plus en évidence; dans les figures de cette deuxième édition, nous avons rétabli les proportions réelles des pattes et de l'abdomen. La fig. 9, avons-nous dit, représente ce que nous regardons comme le mâle; car nous croyons l'avoir vu s'accoupler avec la forme de la fig. 8. Cependant, nous n'oserions pas assurer que cette forme (fig. 9) ne fût pas celle d'un mâle très-jeune. Car on sait que la forme des espèces de ce genre subit en croissant quelques modifications.

2096. Traitement. — Il est donc bien constaté aujourd'hui que les pustules galeuses sont le produit d'un insecte; que le *prurigo* qui en précède la formation est causé par le travail de l'insecte; que la maladie appelée gale n'existe que par la présence de l'insecte, et qu'elle ne se communique qu'à la manière des maladies pédiculaires. Tous les soins thérapeutiques ne doivent donc plus avoir d'autre objet que de détruire l'insecte et d'en débarrasser le patient. Le moyen le plus infaillible serait d'extraire un à un ces hôtes incommodes, à la manière des habitants du Midi; mais ce traitement ne pourrait être réclamé que de la sollicitude maternelle. Force est donc de recourir à la réaction des médicaments. Mais ici comment l'attaquer dans son repaire, sans s'exposer à désorganiser la peau, et à incommoder la respiration du malade? Pour délivrer celui-ci, on le rend plus malade encore; on lui donne une maladie, pour le débarrasser d'une autre; et le traitement se complique tôt ou tard, pour un maudit petit ciron qui est moins incommodé de tout cela que le malade lui-même; car nous avons vu celui du cheval vivre plus de trois heures entières, plongé dans le chlorure d'oxyde de sodium, dont l'odeur nous incommodait nous-même. Nous reviendrons sur ce sujet plus bas.

2097. Il est un point de la question qui exige de nouvelles recherches; c'est de découvrir la destination de la pustule galeuse. Il est certain que cette pustule n'est pas l'effet immédiat de la présence de l'animal; car, au lieu d'un terrier épidermique (*cuniculus*), l'animal, en labourant le derme, produirait un long cordon pustuleux, une pustule continue. La pustule ne sert pas à le nourrir, puis qu'il s'en éloigne dès qu'elle se forme, et qu'on ne l'y trouve jamais plongé. L'analogie m'indique que la pustule est déterminée par la présence et le développement de l'œuf de l'insecte, qui en sort dès qu'il est éclos; c'est du moins ce qu'on observe sur les pustules galeuses de nos arbres et de nos plantes. La gale de chêne s'organise sous l'influence du développement du ver, qui, placé à son centre, semble la modeler comme le potier de terre modèle son vase, et qui crée des tissus nouveaux, par cela seul qu'il puise sa nourriture dans les tissus anciens.

2098. Chique. — A la Guadeloupe et aux colonies, on rencontre assez fréquemment des esclaves, dont les jambes, et surtout le pied, acquièrent des dimensions extraordinaires, et paraissent affectés d'un *elephantiasis*. Ces ravages effrayants sont l'œuvre d'un petit insecte, analogue au rouget dont nous avons parlé, presque invisible à la vue simple, et qui s'insinue dans la peau des habitants de ces contrées, comme l'insecte de la gale s'insinue dans la peau des habitants du Nord. Les esclaves qui travaillent aux champs, et surtout ceux qui traversent les hauteurs, sont plus sujets que les autres à être envahis par cette cruelle vermine. Cet insecte est le *pulex penetrans* (la puce pénétrante, que l'on appelle *chique* à la Guadeloupe). Il pullule avec une effrayante fécondité, et il occasionne une fièvre et une désorganisation qui donnent la mort, si la main d'une femme ne prend pas soin d'en délivrer un à un le malade. On a vu un imprudent, qui s'était mis dans la tête d'importer vivant en France ce nouveau sujet d'étude, et qui l'avait insinué tout exprès dans la peau de sa jambe; il succomba dans la traversée, victime de son audacieux dévouement. Il est évident à mes yeux que les auteurs de *traités des maladies de la peau* ont entièrement ignoré cette circonstance; car les maladies qu'ils désignent sous le nom d'*elephantiasis*, *mal des Barbades*, *mal rouge de Cayenne*, ne sont évidemment que des effets particuliers de la présence de ce terrible insecte. La lèpre tuberculeuse éléphantine d'Alibert (*Monographie des dermatoses*, pl. 6, pag. 522) est un cas de ce genre.

2099. Voilà donc encore une maladie affreuse dont la cause réside dans la présence d'un tout

petit insecte, et qui disparaît avec lui; voilà des tissus créés dans les tissus vivants par le travail d'un ciron; voilà des organes d'une dimension énorme que le ciron façonne d'une piqûre, et qu'il ajoute à la somme des organes normaux; organes parasites, qui finissent par absorber à leur profit les produits de l'élaboration générale, et par éteindre la vie, en en détournant le cours.

3000. APPLICATIONS A TOUTES LES MALADIES DE LA PEAU. — Nous venons de réunir un certain nombre d'exemples, et nous pourrions les multiplier, qui nous montrent l'œuvre d'un insecte dans l'apparition de pustules, d'exanthèmes, de lèpres, etc., qui ont été souvent et longtemps prises pour le produit d'un virus particulier. Le caractère de ces éruptions est de s'étendre de proche en proche sur les surfaces, de les déformer plus ou moins profondément, de les enfler en tubercules, de les crevasser, d'en désorganiser les tissus et de produire une fièvre qui souvent est suivie de la mort.

Mais une fois que la cause d'un effet est reconnue, on doit la soupçonner au moins dans tout produit analogue, sous lequel le hasard n'a pas permis encore de la surprendre. La nature n'a pas deux manières de produire des effets analogues. Toutes les maladies de la peau doivent donc être considérées comme l'œuvre d'un insecte spécial, qu'il s'agit d'atteindre, de reconnaître et d'étudier. Et si cela est, on conçoit d'avance combien la thérapeutique s'est fourvoyée jusqu'à ce jour, dans le traitement de ces maladies; et l'on est en droit d'espérer que le même remède suffira à les guérir toutes indistinctement.

3001. Mais n'allez pas procéder à cette étude avec la légèreté, dont nos lecteurs académiques nous donnent des exemples si fréquents. N'allez pas prendre des infusoires pour les insectes auteurs de ce ravage; et surtout, avant de rien publier, appliquez-vous à bien reconnaître les infusoires. Distinguez bien l'animal qui cause la pustule et qui s'en va, ayant horreur de son propre ouvrage, d'avec l'animal qui naît et se développe dans le liquide purulent. Nous savons qu'une infusion de viande ne tarde pas à fourmiller d'animalcules très-bien figurés et très-bien décrits par Muller; placez de l'albumine, du lait, ou de la farine même, dans l'eau exposée au contact de l'air, vous ne tarderez pas à y découvrir au microscope des myriades de petits animalcules divers, qui se succéderont dans ce petit monde, comme les générations sur le nôtre. Or une pustule est un petit godet plein d'albumine qui se gâte; il doit donc s'y former des infusoires, ainsi que dans un godet de plus grande dimension. Si vous n'êtes pas avertis, vous prendrez la pustule, simple récipient, pour l'effet de l'infusoire qui l'habite, et qui n'y est venu qu'après coup. C'est faute d'avoir été averti de ces considérations que Donné a pris le *cercaria gyrinus* de Muller, cercaire que Muller a trouvé dans toutes les infusions animales, non-seulement pour un genre nouveau d'insecte, se fondant en cela, dit-il, sur l'opinion de Dujardin, mais même pour un animal caractéristique de la matière purulente vaginale; et le *cercaria gyrinus* est devenu aussitôt pour la Faculté un nouvel être nommé *tricho-monas;* car il paraît que de tous les noms d'infusoires, l'auteur de ces nouveautés ne connaît bien que celui des monades (1956). Le même auteur avait vu des vibrions (*vibrio lineola*, Muller) se former dans le sang abandonné à l'air et dans le pus de chancre. Il annonça ces merveilles à l'Académie des sciences, dans une des séances de 1836. Mais dans le cours public que nous fîmes en octobre 1836, nous avertîmes nos auditeurs du faux pas que nos académies allaient laisser faire à la science, et l'auteur de ces révélations a du moins modifié son opinion, dans l'opuscule qu'il a publié sur *la nature du mucus*, en 1837, opuscule enrichi de détestables figures dessinées par l'auteur au *beau microscope de Chevalier*.

3002. Les médecins se rappellent encore l'opinion d'un illustre chirurgien, qui soutenait à sa clinique que l'on trouvait l'insecte de la gale dans les plaies des amputés. « Si j'avais une loupe, messieurs, en ce moment, dit un jour le professeur, je vous montrerais l'insecte. — En voilà une! » lui répliqua d'un imperturbable sang-froid un Anglais présent à la séance. — Force fut au professeur, un peu déconcerté, de tenir sa promesse; il lorgna et lorgna encore: l'insecte ce jour-là s'était dérobé au public. — « Nous le trouverons un autre jour, » reprit le professeur, en appliquant, d'après sa méthode, le fer rouge sur le pus, qui petillait en brûlant; — lorsqu'un mauvais plaisant de s'écrier du fond de l'auditoire: « Qu'importe? si on ne le voit pas, on l'entend assez crier. »

Cette mauvaise plaisanterie d'un écolier fit justice à tout jamais de l'opinion professorale; et les médecins n'en parlent encore aujourd'hui qu'en riant.

Mais nous avons à présent une excellente raison de croire que l'opinion du professeur n'était pas

tout à fait dénuée de fondement, que seulement le professeur ne la professait que par ouï-dire, et sur le témoignage de quelque élève qui avait observé de ses propres yeux. Le pus qui recouvre les plaies n'étant en majeure partie que de l'albumine plus ou moins mélangée, et partant que l'analogue du caséum, il peut arriver qu'il prenne les caractères du caséum (924) qui se gâte et devient piquant, et qu'en conséquence, il offre toutes les conditions que recherche l'*acarus* du fromage et de la farine. Cet *acarus* aura donc pu se développer sur une plaie semblable, avec la même facilité que sur le fromage lui-même; il sera arrivé un jour qu'un élève l'aura surpris et soumis à l'inspection microscopique, la thèse de Galès sous les yeux (2090); et dès ce moment, on aura prononcé que l'insecte de la gale habite aussi les plaies des amputés. Nous sommes convaincu que bientôt on réhabilitera l'opinion du professenr, avec cette modification importante.

3003. Tout nous porte à croire que les insectes générateurs des maladies cutanées appartiennent à la famille des *acaridiens* sous-cutanés. Les habitudes de ces insectes sont de labourer la peau pour y puiser leur nourriture, de s'accoupler à leur rencontre, et de déposer leurs œufs sous l'épiderme. Ce dépôt occasionne une élaboration anomale dans les tissus ambiants; les fluides s'accumulent autour du nid, pour que l'insecte éclos trouve autour de lui une nourriture propice; son éclosion est la cause d'une élaboration nouvelle; l'insecte crée des développements organiques en se nourrissant; sa piqûre féconde les tissus cutanés; il leur rend à usure le peu qu'il leur prend pour croître lui-même; et le résultat de cette monstrueuse organisation est quelquefois de tuer le tout en enrichissant une partie. N'oublions pas que les grosses *gales des feuilles de nos chênes* auraient longtemps passé pour une maladie cutanée, si l'entomologiste n'avait pas surpris, au centre de la sphère, l'insecte qui la façonne à l'état de larve.

3004. Mais les insectes sous-cutanés ne trouvent pas les conditions qui sont favorables à leur développement sur la peau de toutes les espèces animales, ni même sur celle de tous les individus de la même espèce; le pou, qui dévore la tête du nourrisson, ne s'attache nullement à la nourrice. Donc l'insecte qui ronge tel galeux ne s'attachera pas toujours à celui qui le soigne; de même que l'insecte qui produit la gale du cheval ne se communique pas au palefrenier. La contagion et la non-contagion des maladies cutanées résident donc entièrement dans la répugnance ou la non-répugnance de l'insecte qui l'engendre; et la solution du problème, qui a tant divisé les contagionistes et les non-contagionistes, et qui a inondé la science de recherches sans résultats, de brochures sans preuves, est peut-être dans cette seule considération; nous y reviendrons dans les applications générales.

3005. Mais si l'insecte s'attache aux organes qui lui offrent les conditions qu'il recherche, dans l'intérêt de sa nutrition et de sa propagation, il doit fuir nécessairement le même organe, dès qu'il l'a épuisé des sucs qui lui sont favorables, ou qu'il en a tiré tout le parti qu'il en attendait. De même qu'il fuit la vésicule qui est son œuvre, de même il est dans le cas de fuir la peau qu'il a labourée, qu'il a désorganisée, et dans les mailles de laquelle il a appelé un genre d'élaboration nouveau. De là il arrive que telle maladie cutanée ne se gagne pas deux fois, et que la peau qui a été gravée des empreintes de la petite vérole est à l'abri d'une seconde invasion. L'insecte de la première invasion, en effet, n'y trouve plus les conditions d'existence que son prédécesseur a épuisées ou empoisonnées pour toujours. Tel l'insecte qui laboure les feuilles de nos arbres n'y revient pas deux fois, et n'est jamais remplacé par un autre sur la même feuille.

3006. Cependant cette répugnance de l'insecte pour certaines peaux n'est pas tellement invincible, que la nécessité ne soit en état de la dompter; c'est souvent une répugnance plutôt qu'une incompatibilité; la prison peut torturer, mais elle ne tue pas toujours; l'insecte, emprisonné dans un tissu qui ne lui convient pas, peut s'y nourrir, y grandir; mais dès qu'il sera libre, il aura hâte de s'en éloigner. Par la même raison, tel tissu réunira toutes les conditions utiles à l'éclosion, et manquera de toutes les autres que la nutrition de l'insecte adulte réclame; et l'éclosion pourtant produira, dans le système cutané, la même révolution que l'aurait fait le développement complet de l'insecte. De là le peu de danger des inoculations de certaines maladies; de là le succès de la vaccine, inoculation précoce qui place l'œuf dans la peau, avant qu'elle offre toutes les conditions propices au développement complet de l'insecte, et qui pourtant lui communique les qualités capables d'éloigner l'insecte pour toujours; ce qui fait que le mal ne change pas de place, qu'il est limité à la piqûre de la *lancette*. Et qu'on n'objecte pas à cette hypothèse que le *virus* variolique ne perd point sa vertu, par la dessiccation la plus pro-

longée, entre deux lames de verre; car il est des œufs d'infusoires qui se conservent indéfiniment dans de semblables *silos*; que dis-je? il est des *vibrions* tout entiers qui résistent à une dessiccation semblable, et qui reprennent le mouvement et la vie dès qu'ils s'imbibent encore d'eau. Le *rotifère* du sable de nos gouttières, desséché par la chaleur de nos plus forts étés, ressuscite sur la goutte d'eau du porte-objet, sous les yeux de l'observateur lui-même.

## § II. *Tissus parasites des muqueuses.*

3007. Il serait absurde de penser que la nature ait tracé aux insectes désorganisateurs, une ligne infranchissable, entre l'épiderme et les muqueuses, entre la surface externe et la surface interne qui n'en est que la continuation. Si la peau fournit un aliment propice à certains insectes, les muqueuses doivent en fournir un aussi propice à d'autres genres d'insectes. Il doit exister des insectes qui recherchent les surfaces obscures, puisqu'il en existe qui recherchent les surfaces du corps éclairées et en contact immédiat avec l'air extérieur. Mais les produits de l'élaboration de ces parasites devront revêtir des caractères différents; et, plongés constamment dans une atmosphère obscure et humide, ils ne sauraient offrir la coloration, les formes et l'aspect extérieur des excroissances survenues sur la peau desséchée par le hâle, et constamment en contact avec une atmosphère inondée de lumière. La moisissure de nos caves ne ressemble en rien à celles de nos basses-cours.

3008. D'un autre côté, nous connaissons les effets morbides de la présence des helminthes qui s'attachent à nos viscères; et même, quoique les anatomistes aient peu envisagé leur sujet jusqu'à ce jour sous ce point de vue, nous connaissons les modifications organiques que leur succion imprime aux tissus auxquels ils adhèrent. Nous ne nous méprenons pas sur la cause de ces accidents, parce qu'elle réside dans des animaux faciles à reconnaître. Mais en l'absence de ces animaux, il est plus que probable que la nécroscopie y aurait vu des caractères de la maladie sous laquelle l'individu a pu succomber.

3009. Toutes les fois donc que l'animal sera trop petit pour éveiller l'attention du nécroscopiste, nous serons exposés à prendre les produits de ses piqûres, pour des signes d'une maladie causée par un virus. Dans les recherches pathologiques ayons donc toujours présente à l'esprit cette hypothèse. Dans le but de donner aux études cette direction qui peut faire toute une révolution en médecine, en circonscrivant le cadre des maladies, et en rendant les études pathologiques tributaires de l'helminthologie microscopique, nous diviserons les tissus parasites des muqueuses en trois régions principales: 1° tissus parasites des voies respiratoires; 2° tissus parasites du canal alimentaire; 3° tissus parasites des organes de la génération.

3010. TISSUS PARASITES DES VOIES RESPIRATOIRES. — Les résultats de l'invasion des insectes sous-cutanés doivent être plus ou moins funestes à la vie, selon que l'insecte s'attachera aux surfaces de la trachée et des bronches, qui transmettent l'air sans l'absorber, ou aux surfaces pulmonaires qui sont chargées d'aspirer l'air et de l'absorber, ou aux cavités buccales et nasales, dans lesquelles il est si facile d'aborder le mal.

3011. Les chancres qui dévorent les parois buccales, les polypes qui se forment et se développent sur la paroi des cavités nasales, offrent tous les caractères des tissus provenant de la présence d'un insecte.

3012. Il en est de même des tubercules du poumon; espèces de *gales* analogues à la plupart de celles qui se développent sur nos écorces végétales, et qui présentent trois phases distinctes, la première où la surface devient proéminente, la seconde où elle fait saillie et présente dans son intérieur une contexture pultacée et colorée, et la dernière où elle crève et devient purulente.

Kuhn, dans un mémoire publié en 1833, a donné le nom d'*acéphalocyste*, aux tubercules pulmonaires, et à ceux qui se forment dans le foie de certains animaux; il les a considérés comme des hydatides formés par l'assemblage de petits animaux vésiculaires, attachés par un prolongement à la surface pulmonaire. Mais il a vu l'animal dans les éléments globulaires du produit de l'animal; et les figures dont il a accompagné son travail militent hautement contre son opinion, qui du reste se rapproche beaucoup de la véritable, et aussi près que l'effet l'est de sa cause.

3013. Les tubercules pulmonaires, si notre hypothèse est conforme à la vérité, doivent varier de forme, de dimension, de structure et de coloration, autant que les pustules des maladies cutanées. Car il est plus que probable qu'une surface aussi riche en produits que la surface pulmonaire convient à plus d'une seule espèce d'insectes, et

partant est sujette à plus d'un genre de désorganisation.

3014. Les tissus parasites de la trachée et des bronches offrent deux espèces distinctes ; des tubercules ou des plaques tuberculeuses, et des tissus glandulaires d'une organisation lâche et albumineuse. Nous allons étudier plus spécialement ceux-ci.

3015. Pendant la dernière invasion de la *grippe*, l'ayant gagnée moi-même dans ma solitude, tout aussi bien que les habitués du grand air, et ne pouvant plus m'occuper que d'elle, je fus conduit à en observer les produits, par l'aspect que les expectorations prenaient, lorsqu'elles tombaient dans l'eau. Elles s'y rassemblaient en paquets grumelés, marqués de compartiments bleuâtres sur un fond gris, qui me faisaient l'effet des compartiments glandulaires ; elles restaient quelque temps pelotonnées et flottantes entre deux eaux, et finissaient par tomber au fond du vase ; leur aspect était d'un vert pâle, qui passait au jaunâtre dans l'urine. Ce tissu me paraissait organisé, et je ne me trompais pas, car soumis à l'observation du microscope, chacune de ces expectorations présentait l'aspect et les granulations emboîtées d'une glande, dont les plus jeunes emboîtements auraient été infiltrés de sucs bleuâtres. Mais ce caractère n'est pas spécial aux expectorations de la grippe ; les expectorations catarrhales ont toutes les mêmes caractères physiques, et sous ce rapport la grippe ne diffère des laryngites et des bronchites que par l'abondance de ces produits ; j'ai tâché de rendre l'organisation d'une expectoration catarrhale par la fig. 23, pl. 2, prise à une simple loupe d'horloger. Quoique l'échantillon qui en a fourni le sujet ne fût pas des mieux caractérisés, cependant, il est facile d'y reconnaître ces glandulations qui l'assimilent au fragment adipeux de la fig. 17, pl. 18 (1470) ; et au microscope l'analogie se soutient de la manière la plus irrécusable ; le tissu en effet de l'expectoration se présente couvert de glandulations colorées, tantôt en bleu, tantôt en jaunâtre, parsemées de globules égaux entre eux (fig. 24, pl. 2), ayant environ $\frac{1}{75}$ de millimètre de longueur, et qu'on prendrait, avant toute espèce d'avertissement, pour des cellules végétales grosses de globules verts (pl. 6, fig. 20) (1098).

3016. Ces expectorations sont donc des tissus organisés, et non des excrétions amorphes et des rebuts chassés au hasard. Mais ces expectorations tiennent, avant leur expulsion, aux parois des bronches de la trachée-artère ; elles y naissent donc et s'y développent à la manière des autres tissus ; elles y tiennent comme tout autant de glandes adventives, par le *hile* qui en forme la continuation avec les parois génératrices ; c'est par ce hile que la vascularité des parois génératrices pénètre dans leur tissu, et y forme, à l'œil nu, les stries sanguinolentes qui s'y remarquent dans les grandes crises. Leur développement est indéfini, si une cause perturbatrice ne l'arrête et ne le frappe de mort ; et la rapidité de l'accroissement dépend de l'énergie des circonstances favorables au développement. Il arrivera donc, dans certaines circonstances, que ces tissus adventifs se développeront avec une rapidité telle, que les voies aériennes en seront obstruées, que l'expiration ne pourra ni se faire jour à travers l'encombrement, ni en chasser au dehors la masse ; après la mort de l'individu, on trouvera la trachée-artère obstruée par un cylindre moulé sur sa capacité ; c'est le cas du croup et des *fausses membranes*. Le croup n'est que la grippe plus intense, et la grippe n'est qu'un catarrhe plus intense à son tour ; et les expectorations de ces deux dernières maladies ne sont que les fausses membranes du croup, douées d'une moindre énergie de développement ; l'expiration pulmonaire agit dans ce cas en cassant le *hile*, par lequel ces tissus tiennent à la surface des voies aériennes, et en les rejetant au dehors, comme le canon à vent rejette la charge.

3017. Établir que les expectorations sont des glandes parasites et adventives, c'est établir qu'elles ne sont rien moins que spontanées, mais déterminées par la présence d'une cause féconde en tissus de ce genre. Or cette cause, si on se replace devant les yeux toutes les analogies, cette cause est évidemment dans la présence d'un insecte, dont il s'agit de surprendre les caractères et l'origine. Il est une circonstance qui, si elle venait à se confirmer, ajouterait un argument de plus à cette opinion ; j'ai cru remarquer, en effet, que la grippe s'attrapait plutôt à l'entrée de la nuit, que le jour ; et c'est à l'entrée de la nuit que se rabattent les insectes amis de l'obscurité.

3018. Tissus parasites du canal alimentaire. — On a beaucoup parlé des *saburres* de l'estomac, des *embarras gastriques*, qui nuiraient à la digestion, comme des produits de la digestion incrustés sur les parois stomacales, et comme les sels calcaires de l'eau nuisent à l'ébullition,

n s'incrustant sur les parois des chaudières à vapeur ; c'est là une similitude comme une autre. Mais tâchons de trouver la réalité ailleurs. Toutes les fois que nous avons éprouvé les symptômes de l'indisposition désignée sous le nom d'embarras gastrique, nous avons fini par nous convaincre qu'ils n'étaient dus qu'à la présence en trop grand nombre de l'*ascaride vermiculaire*, dans la capacité de l'estomac. En effet, dès que nous ingérions une substance vermifuge dans l'estomac, nous éprouvions comme une révolution qui nous soulageait, et un tumulte dont il nous était facile d'apprécier le déplacement ; les vers se portaient en déterminant des contractions stomacales, vers le pylore, pour aller se réfugier vers le *cœcum*, où ils se tiennent à l'abri contre l'action des substances qui empoisonnent pour eux les produits de la digestion. La présence de ces helminthes devenait évidente par les selles. Un de leurs effets les plus fréquents consiste dans un picotement des parois stomacales, qui est évidemment produit par tout autant de piqûres, et qu'on ne soulage qu'en mangeant, ou en buvant de l'eau sucrée. Or, lorsqu'on examine ces petits vers au microscope, on découvre que leur corps se prolonge en une pointe effilée, espèce de queue cartilagineuse et d'une grande rigidité ; en outre, leur bouche est formée par une espèce de ventouse. Tout indique donc que ces animaux prennent leur nourriture par la succion, et quand la nourriture manque, qu'ils la font suinter en piquant les parois du canal alimentaire. L'effet que l'on éprouve à jeun de leur présence dans l'estomac, se rapporte très-bien à cette idée. Or, si la piqûre d'un insecte produit sur l'épiderme des tissus de nouvelle création, la piqûre de l'*ascaride vermiculaire* ne saurait manquer d'être cause de semblables apparitions, qui, dans un organe tel que l'estomac, ne sauraient rester à la forme de petits tubercules. Il est donc plus que probable que la paroi stomacale se couvrira de fibrillosités d'autant plus abondantes, que la digestion sera plus anomale pour nous et plus normale pour ces insectes ; et que ces végétations parasites analogues au *meconium* que nous avons décrit (1909) chez le fœtus, formeront un duvet qui tiendra la paroi stomacale à une trop grande distance du bol alimentaire qu'elle devrait élaborer, et un pareil duvet doit certainement être considéré comme un grand embarras gastrique. Or les vermifuges opèrent souvent dans ce cas comme les purgatifs et les drastiques ; ils suppriment la cause, comme ceux-ci expulsent violemment l'effet.

3019. On ne saurait croire avec quelle prodigieuse fécondité (*) ces petits vers se multiplient dans le tube alimentaire ; il faut avoir eu l'occasion d'observer la femelle pondant ses œufs sur le porte-objet du microscope, qui en un instant en est couvert comme d'une nappe de granulations. Ainsi, un seul de ces helminthes peut, d'un seul coup, peupler le canal alimentaire, de myriades de petits, qui croissent vite et pondent tôt. D'un autre côté, on ne saurait croire avec quelle facilité cette peste se communique de l'enfant à la nourrice, et à tous les individus qui vivent sous le même toit ; les œufs s'attachent aux doigts qui manient le linge du nourrisson, et partant aux vases et au linge sur lequel s'appliquent les doigts infectés ; et l'on vous sert, passez-nous, non pas la comparaison, mais seulement la révélation, on vous sert des œufs d'ascaride vermiculaire, sur la table, presque à tous les plats que de pareilles mains ont préparés. De là des affections en apparence biliaires, des maux de tête, des digestions pénibles, des crudités d'estomac, et même des symptômes nerveux ou hystériques, dont on ne devine souvent la cause, qu'après avoir laissé aux effets tout le temps de produire leurs ravages. N'oubliez pas, docteurs qui nous lirez, que sur ce chapitre nous avons une plus longue expérience que vous ; et croyez-nous sur parole ; ne faites pas des phrases académiques sur les maladies des ménages, n'ouvrez pas beaucoup de livres dans le but d'en reconnaître l'analogie dans le fatras d'une synonymie bavarde ; pensez tout d'abord, et avant tout, aux helminthes et aux vermifuges ; vous serez sûrs de ne pas débuter par faire trop de mal.

3020. Nous terminerons ce sujet par un avis aux nécroscopistes ; dans l'autopsie, on trouvera fréquemment les ascarides réfugiés dans le cœcum ; il ne faudrait pas en conclure qu'à l'état de vie, ce soit là leur unique place. Ces ascarides se promènent dans toute la longueur du canal alimentaire, depuis le gosier jusqu'à l'anus, d'où ils sortent souvent pour gagner les parties sexuelles et s'introduire jusque dans le vagin. Ils vont vivre partout où ils trouvent un mélange d'albumine et de sucre, une substance analogue au mélange qui chimiquement constitue les produits de la fermentation du lait. Mais dès que la digestion donne des produits d'une nature moins propice, ils fuient comme tout animal le fait devant un poison ; ils

(*) Voyez mon travail sur les *strongylus*, tom. II, pag 244 des *Annal des sciences d'observation*.

se mettent à l'abri partout où ils peuvent; et contre un tel torrent l'appendice cœcal est sans contredit l'abri le plus sûr. C'est là qu'ils vont en désordre se pelotonner, jusqu'à ce qu'il se soit formé des produits moins funestes pour eux. Or la mort n'est pas faite pour rétablir ces conditions favorables, mais plutôt pour les faire empirer. La putréfaction commence certainement par le siége de la digestion. De là l'affluence des ascarides dans l'appendice cœcal, où l'anatomiste les surprend en masse.

3021. Choléra. — Il serait absurde de conclure qu'il ne saurait exister d'autre fait, que celui qu'on a eu l'occasion d'observer par soi-même. L'analogie, au contraire, exige qu'on arrive, par la pensée, du fait observé à la prévision de faits semblables. Or qui oserait avancer positivement que notre canal intestinal ait le privilége de n'être envahi que par deux ou trois espèces d'helminthes, et d'être inaccessible à tout autre parasite, que l'eau et l'air seraient dans le cas d'y introduire tôt ou tard avec eux? La question étant ainsi posée, personne n'oserait répondre par la négative; donc le fait est possible. Mais dans le cas où il se réaliserait, que pourrait-il résulter de la présence de ces hôtes nouveaux et insolites? des effets nouveaux et qui offriraient des caractères différents des premiers; différences qui pourraient être plus ou moins saillantes, et couvrir la surface intestinale de taches de plus ou moins d'apparence et de plus ou moins de grosseur. Mais si jamais nous trouvons, sur l'une quelconque des surfaces du canal intestinal, des taches, des plaques, des tubercules, des excoriations analogues à celles que la présence d'un insecte détermine sur la surface épidermique du corps, n'hésitons pas à remonter de ces effets à la cause, comme de la connaissance de la cause nous étions descendus à la prévision de l'effet. Nous voilà arrivés, par une série d'inductions, au plus terrible fléau qui ait caractérisé nos dernières années, à ce cataclysme de la mortalité qui, en si peu de temps, a fait deux ou trois fois le tour du monde, au *choléra*, contre lequel toutes les doctrines médicales ont échoué, et dont la seule théorie, qui ne mène pas à l'absurde, est celle qui le suppose le produit d'insectes aériens propagés avec une incommensurable fécondité (*). Les plaques de Peyer désorganisées, la marche rapide des symptômes, la cyanose, les déjections qui débordent par les deux extrémités, les crampes nerveuses qui réduisent les dimensions à un si petit volume, et cette momification instantanée qui fait du malade un cadavre qui respire encore; tout cela s'explique en supposant des myriades d'insectes attachés à la surface du canal intestinal. Supposez des vampires invisibles qui sucent le sang là où le sang vient renouveler sa substance, qui en aspirent les liquides, et par conséquent en dessèchent les solides, qui l'obligent à refluer vers sa source, au lieu de suivre le cours qui seul est en état de le vivifier, qui intervertissent, comme tout autant de ventouses, la direction du torrent de la circulation; l'hypothèse admise, tous les symptômes ci-dessus en découlent, comme tout autant de conditions nécessaires. L'individu envahi se dessèche, car un agent énergique en absorbe les liquides; il se contracte en se desséchant; il se tord en se contractant, parce que cette absorption, qui dessèche cette portion plutôt que cette autre, détruit l'antagonisme musculaire, comme le ferait l'action de la chaleur; le sang se cyanose, parce qu'il est attiré et retenu sur une surface incapable de l'hématoser; et tous ces effets se montrent avec la rapidité de la foudre, si les auteurs invisibles de ces ravages se trouvent en assez grand nombre appliqués à la fois sur le même point.

3022. Si, comme nous n'en doutons pas, le choléra est le produit d'un insecte, son siége spécial est dans la portion inférieure du canal intestinal, ce qui tendrait à faire penser que l'insecte s'introduit plutôt par l'anus que par le gosier, dans les voies alimentaires.

3023. Tissus parasites des muqueuses des organes sexuels. — Ces sortes de muqueuses ne sauraient se soustraire à la loi qui menace les muqueuses des autres organes. Nous savons que la présence de l'*ascaride vermiculaire*, égaré

(*) Nicole, pharmacien à Dieppe, a fait observer avec juste raison (*Journal de pharmacie*, tom. XVIII, pag. 179, 1832) combien les circonstances suivantes militent en faveur de cette opinion. Le choléra suit les bords des fleuves et c'est sur les bords des fleuves que nous voyons pulluler les hordes des insectes aériens); il s'est développé surtout dans les lieux humides et marécageux; et Lunel a adopté l'opinion que les miasmes pestilentiels des Marais-Pontins sont dus à la présence d'insectes. Car ce n'est que vers le coucher du soleil que la *maladie* exerce ses ravages; on s'en préserve en se couvrant le visage d'une simple gaze. Enfin on a observé que le choléra a respecté les ateliers où l'on prépare le tabac et le camphre, substances qui chassent les insectes. Il y a près d'un an, les journaux ont annoncé qu'un médecin avait découvert l'insecte du choléra en Italie; mais depuis, la révélation en est restée là.

dans les voies du vagin, ou s'attachant au clitoris, est dans le cas de métamorphoser la femme la plus sage, et même une femme sexagénaire, en une Messaline effrénée; entendez-vous bien, messieurs, qui écrivez sur la morale et la pénalité. Mais ne vous arrêtez pas dans l'histoire de ces désordres, et ne prenez pas votre ignorance pour l'expression des faits. L'*ascaride vermiculaire* n'est certainement pas le seul insecte qui soit capable d'être le vampire des muqueuses de l'organe où l'homme et la femme se résument tout entiers; et tous les insectes ne produisent pas les mêmes symptômes, les mêmes désorganisations de tissus et les mêmes exanthèmes; car tous n'ont pas les mêmes organes et les mêmes besoins. Que de maladies de l'utérus ne sont peut-être que l'œuvre des insectes qu'il nous reste à connaître! Quant à la maladie syphilitique, qui se communique comme la gale et se propage par des ravages plus profonds; quant à cette gale des muqueuses et des tissus soustraits à la lumière, elle reconnaît la même cause que la gale, mais non pas le même artisan. Mais n'allez pas à la légère prendre l'infusoire qui habite le pus, pour l'insecte qui l'engendre; la cause ici ne vit jamais dans le sein de ses effets.

### § III. *Tissus parasites des membranes séreuses.*

3024. Les hydatides sont les tissus de ce genre dont la zoologie a fait une étude spéciale; et chez ceux-ci, l'animal parasite se confond tellement avec le tissu envahi, qu'il est impossible souvent de désigner où se termine et où commence la substance de l'un et de l'autre. Ce sont des poches kysteuses et d'une admirable blancheur, à la paroi desquelles adhèrent des animaux sessiles et d'une structure fort peu compliquée, lesquels paraissent se propager autant par gemmes que par graines, comme les polypes. Les effets résultant de la présence et du développement indéfini de ces parasites sont d'autant plus désastreux, que leur siége existe dans un organe plus noble. On conçoit que les hydatides des méninges, en comprimant simplement le cerveau, soient dans le cas de déterminer des symptômes épileptiques, et de transformer l'homme le plus calme en un furieux, et l'homme d'esprit en un idiot. Pauvres mortels, qui ne sommes souvent que le *sujet* sur lequel les passions se *greffent*, par l'action d'un petit ciron; ou qu'un réceptacle où les vices germent, pour ainsi dire, comme par le procédé de la *caprification!*

3025. Les effets anatomiques et pathologiques des hydatides étant une fois admis comme certains, continuons à être conséquents dans la théorie, comme nous avons été exacts dans l'observation; là où nous trouverons des analogues effets, soupçonnons du moins une cause analogue, et dirigeons nos observations de ce point de vue. C'est ce que nous avons fait dans l'exemple suivant.

#### *Analyse des corps blancs qui se rencontrent dans un kyste, au niveau de l'articulation du poignet.*

3026. Depuis 1717, les chirurgiens ont eu nombre de fois l'occasion d'observer, au niveau de l'articulation du poignet, une espèce de tumeur enkystée, divisée intérieurement en deux poches communiquant entre elles, et dans le liquide desquelles flottent librement des petits corps blancs, lisses, élastiques, quoique durs, ovoïdes, gibbeux ou obscurément triangulaires, et de la grosseur d'un pepin de poire. La fig. 7 de la pl. 12 les représente légèrement grossis.

3027. Ces corps étaient-ils des concrétions organiques albumineuses ou de *toute autre nature*, comme l'avaient décidé, après un simple examen, Bosc, Duméril et Cuvier? ou bien étaient-ce des corps organisés, comme le soupçonnait Dupuytren? C'est ce que ce dernier m'a mis à même de vérifier en 1830, en me faisant remettre un bocal plein de ces corps (*).

3028. Ces corps (pl. 12, fig. 7) varient de forme à l'infini: par leur aspect extérieur, ils ressemblent assez à des reins de poulet; mais ils ne sont jamais réniformes, et n'offrent, sur leur surface, aucune solution de continuité ni aucune trace d'adhérence; ils peuvent acquérir jusqu'à un centimètre en longueur. Des coupes transversales permettent de deviner que ces corps sont formés d'emboitements concentriques qu'on ne peut isoler mécaniquement, dont les externes sont forts, membraneux et résistants, et les plus internes ont une consistance gélatineuse; enfin offrant tous, avec beaucoup de vague, une organisation cellulaire (pl. 12, fig. 11), aux yeux de celui qui a acquis une certaine habitude d'observer les jeunes ovules des plantes avant la fécondation (1526).

3029. Placés dans une cuiller de platine, au-

(*) *Lycée*, numéro du 20 octobre 1831, page 509.

dessus de la lampe à alcool, ces petits corps éclatent et sont rejetés au loin ; ils répandent une odeur d'œuf brûlé, ils noircissent, fondent et se boursouflent, pour se réduire en un charbon spongieux d'un aspect métallique, et qu'il est très-difficile d'incinérer.

3030. Les cendres paraissent ne rien céder à l'eau, et ne la rendent ni acide ni alcaline. L'eau qui a séjourné sur elles n'est précipitée ni par le nitrate d'argent ni par l'oxalate d'ammoniaque, ni par le nitrate de baryte. Les acides minéraux les dissolvent sans résidu et sans effervescence sensible; et alors l'oxalate d'ammoniaque y occasionne un précipité cristallin.

3031. L'éther bouillant n'enlève rien à ces corps blancs ; l'eau bouillante les durcit.

3032. L'eau froide dissout une substance soluble qui est de l'albumine (1501), et dans laquelle le nitrate d'argent occasionne un précipité blanc caillebotté, devenant violâtre au contact de l'air. L'oxalate d'ammoniaque, l'infusion de noix de galle, le nitrate de baryte, le muriate de platine et l'acide sulfureux n'y produisent aucune indication ; le sous-acétate de plomb y occasionne un précipité albumineux.

3033. Après un certain séjour dans l'eau pure, ces corps finissent par se désorganiser et par se résoudre en particules comme lamelleuses, qui occupent le fond du vase sous forme d'une poudre furfuracée.

3034. Les fragments de ces corps blancs durcissent et jaunissent dans l'acide sulfurique concentré, et ils y deviennent purpurins par l'addition d'un peu de sucre. L'acide sulfurique détermine en même temps une légère effervescence, après laquelle on remarque au microscope de petites aiguilles de sulfate de chaux.

3035. En conséquence, ces corps blancs sont entièrement formés d'albumine, dans les deux états qui constituent l'organisation de l'albumine de l'œuf de poule (1505), c'est-à-dire à l'état de tissu et à l'état de substance soluble. Les sels qu'ils renferment sont : le phosphate de chaux, l'hydrochlorate d'ammoniaque, le carbonate de chaux qui disparaît à l'incinération, sans doute parce qu'il existe aussi, au sein de cette substance, du phosphate d'ammoniaque, dont l'acide, pendant la combustion, se porte sur la chaux. Je n'y ai trouvé ni fer, ni potasse, ni huile en quantité appréciable.

3036. La structure et l'analyse de ces corps blancs devaient me porter à les considérer, non pas comme des animaux parfaits mais comme des espèces d'œufs dont l'animal était encore à trouver. Au lieu donc de m'arrêter à l'étude de ces corps exclusivement, je fixai spécialement mon attention sur tous les débris que pouvait renfermer le bocal, et j'y découvris des espèces de petits paquets mollasses, bosselés et aplatis, que je comparerais presque à certains fragments de la graisse d'oie écrasés entre deux lames de verre, ou plutôt, et ici l'analogie était complète, aux paquets de polypes que j'ai décrits dans mon histoire de l'*alcyonelle des étangs* (*). Ces fragments (pl. 12, fig. 8, 9) avaient jusqu'à 2 centimètres de long; mais très-souvent ils n'atteignaient que 5 à 6 millimètres. Leur consistance variait sur divers points de leur surface ; mais elle était d'autant moindre, que l'on en voyait surgir au dehors plus de tubercules (fig. 9, *a*). On trouvait enfin d'autres corps qui formaient les passages les plus variés, entre les corps blancs ovoïdes (3026), et les paquets aplatis (fig. 10).

3037. L'étude particulière que j'avais faite des polypes m'avait appris qu'après la mort de ces animaux inférieurs, tous leurs organes extérieurs se retirent en dedans et se dérobent aux yeux, mais qu'alors même on pouvait, de nouveau, les rendre visibles, en comprimant la masse avec une petite pointe, que l'on a soin de faire glisser sur eux d'arrière en avant. Par ce procédé, je parvins à dérouler, de l'un de mes paquets polypiformes, un long cou qui me parut terminé par une bouche (pl. 12, fig. 12, *a*), sur laquelle je ne remarquai ni suçoirs ni crochets. Mais on voyait distinctement, sur ce prolongement, des fibres parallèles et élastiques, analogues à celles que l'on observe en étirant le corps de l'alcyonelle. L'analogie ne me permettait donc plus de douter que j'avais sous les yeux, non des concrétions brutes et inorganisées, mais un animal de nouvelle espèce, dont les corps blancs, les seuls qui jusqu'ici aient fixé l'attention des observateurs, étaient les œufs. Je dois m'arrêter là sur l'histoire de ce nouveau genre d'hydatides, en invitant les chirurgiens à examiner, lorsque le même cas s'offrira à leur pratique, si l'intérieur de chacune des deux poches enkystées (3026) ne présenterait pas quelque caractère propre à établir, que ces poches se sont formées par le développement de l'un ou de deux de ces animaux, lesquels, jouant réci-

(*) Pl. 13, fig. 7, t. IV des *Mém. de la Soc. d'hist. nat. de Paris.*



proquement l'un envers l'autre les rôles de mâle et de femelle, produiraient des œufs qui, en se développant à leur tour, remplaceraient les premières poches, ou plutôt leurs mères distendues et finissant par s'oblitérer en forme de poche, phénomène dont nous avons un exemple dans les kermès des écorces de nos arbres.

3038. En attendant, je me suis cru en droit de désigner cette espèce de corps par le nom d'*ovuligère de l'articulation du poignet*, genre nouveau intermédiaire entre l'*hydatide proprement dite*, ou vessie kysteuse, contenant un ver libre presque toujours solitaire, et le *cénure* ou vessie kysteuse, contenant plusieurs vers groupés, adhérents à la poche.

3039. Fausses membranes des séreuses. — Les fausses membranes dont nous avons étudié le développement sur les parois des bronches et de la trachée-artère, nous les retrouvons, avec des caractères analogues, sur les parois séreuses des cavités des corps, qui ne sont pas en communication avec l'air extérieur; elles offrent la contexture glandulaire des premières, emboîtements indéfinis de cellules, jusqu'à celles de dernière formation; enfin, on y rencontre souvent un réseau vasculaire parfaitement bien caractérisé. Ces tissus adventifs ont pris naissance, comme toutes les glandes normales, sur la paroi de la cavité qui les renferme. Mais on les trouve quelquefois libres et détachés, d'où les anatomistes ont conclu que ces tissus se forment sans adhérence, et que lorsqu'on les trouve adhérents, ils ont commencé par être libres. C'est précisément la conclusion contraire qu'ils auraient dû adopter. Ces tissus naissent adhérents; ils tombent à une certaine époque, comme les fausses membranes des bronches que le malade expectore; leur vascularité en est la preuve la plus irréfragable; aucun tissu ne reçoit du sang que du système vasculaire; et tout sang qui circule dans une membrane doit lui venir de celui que les lymphatiques puisent dans le chyle, et que les poumons oxygènent.

## § IV. *Théorie des effets morbides produits par la présence des insectes.*

3040. Que toutes les maladies proviennent de la présence des insectes, ce serait là une erreur préconçue, qui ne résisterait pas aux plus simples données de l'expérience; car il est une foule de maux que nous reproduisons avec des substances dans lesquelles on ne saurait supposer la présence de l'insecte le mieux cuirassé: l'injection dans les veines de certains réactifs cause la mort; les poisons ne tuent pas tous, et la plupart dérangent les fonctions de l'économie, administrés à petite dose; l'application de certaines substances sur la peau occasionne la fièvre; une alimentation insolite ou incomplète amène après elle un long cortége de maux, qui sont la conséquence nécessaire les uns des autres; enfin, une plaie seule porte le trouble dans les fonctions; une amputation en détruit l'équilibre. Les insectes ne sauraient être coupables de tous ces maux; mais ils le sont certainement d'une foule d'autres à l'insu du médecin; et l'introduction du microscope dans les études médicales prépare, dans cette branche de connaissances humaines, une durable révolution.

3041. En admettant l'hypothèse, examinons *à priori* quels effets doivent résulter dans l'économie de l'invasion des insectes, et par conséquent à quels symptômes maladifs leur présence doit donner lieu. Et classons d'abord les insectes, auteurs de tels ouvrages, en deux sections: les insectes munis de mâchoires et les insectes munis de suçoirs. Les premiers, par les nombreuses solutions de continuité qu'ils pratiqueront sur les parois des organes, rendront nécessairement le système vasculaire perméable à l'air ou à des substances, dont la présence est capable d'altérer la pureté du sang; ils seront dans le cas d'occasionner des hémorragies plus ou moins considérables, selon que la plaie aura été plus ou moins profonde et aura rencontré des artères de plus ou moins fort calibre; et par ces plaies toujours béantes et toujours renouvelées, que de virus ne seront pas dans le cas de s'introduire, lorsqu'elles intéresseront les lymphatiques ou les tissus veineux! Si la plaie a lieu sur la surface épidermique du corps, elle mettra à nu les membranes des vaisseaux qui étaient protégés contre le contact de l'air, par une couche cellulaire; l'oxygénation du sang s'établira sur une région différente de celle du poumon, la plaie deviendra un organe respiratoire (1923); le sang, attiré par cette hématose, changera ou modifiera son cours, il rebroussera chemin pour ainsi dire; les organes que cette fraction du système vasculaire alimentait auparavant pâtiront par suite de cette révolution inattendue; l'équilibre se rompra de plus en plus; la chaleur s'accumulera au foyer de cette nouvelle hématose, elle quittera les organes émaciés ou moins alimentés qu'auparavant. De là

la fièvre, avec toutes ses intermittences, qui seront les symptômes concomitants des intermittences de la cause d'action.

3043. Quant aux insectes ravageurs munis de suçoirs, on peut les diviser en deux catégories, qui comprendraient : la première, les insectes qui ne s'attachent qu'au bol alimentaire, qu'aux substances ingérées ; et la seconde, les insectes qui s'appliquent, comme tout autant de petites sangsues, aux parois mêmes des muqueuses ou des séreuses. Dans le premier cas, ces insectes absorberont à leur profit, aux dépens de la nutrition, les produits de la digestion stomacale, ou bien ils paralyseront la digestion même, en dénaturant les éléments ingérés, en s'appropriant les parties sucrées, sans lesquelles il n'y a pas de digestion possible. Dans le second cas, s'attachant comme tout autant de vampires à des surfaces vasculaires, leur action aspirante, analogue à celle de la ventouse, appellera le sang, là où il ne doit que circuler; elle lui ouvrira des cavités où il ne peut que rester stationnaire et se décomposer, des cavités qui se referment pour toujours en enflant ; ou bien, l'absorbant à mesure qu'ils l'aspirent, ces insectes feront rebrousser chemin au torrent de la circulation ; ils le détourneront de sa direction naturelle ; ils feront refluer vers le cœur le sang des artères, et vers les capillaires le sang des veines ; ils transformeront partant les artères en veines et les veines en artères ; ils ramèneront deux fois sur les mêmes surfaces le sang que ces surfaces ont épuisé ; de là fièvre, et une fièvre que le nombre de ses microscopiques auteurs est dans le cas de rendre mortelle.

3044. Corollaires théoriques sur la contagion et la non-contagion. — Il serait temps que ces deux mots cessent de diviser les observateurs; la question est certainement tout à fait en dehors du point de vue où s'étaient également placés les contagionistes et les non-contagionistes ; c'est en d'autres termes que la question doit être posée, si, comme l'analogie l'indique aujourd'hui encore plus hautement que jamais, toutes les épidémies (*peste*, *choléra*, *fièvre jaune*, *fièvres*) doivent être attribuées à l'action d'insectes parasites ; car dans cette hypothèse :

1° L'air interviendra comme favorisant la cause de ces maladies, en favorisant le développement de leurs auteurs.

2° Les miasmes et les émanations agiront de la même manière que l'air.

3° Mais s'il est des miasmes fétides qui favorisent le développement des insectes, il en est d'autres qui les tuent, et parmi ceux-ci les hydrosulfates d'ammoniaque ou l'ammoniaque seule occupent la première place. Ce sont donc quelquefois les miasmes que l'on respire avec le moins de répugnance, qui seront les plus favorables à la propagation du fléau.

4° Les climats chauds seront plus exposés que les climats froids à certaines invasions, et les climats froids plus que les climats chauds à certaines autres ; parce qu'il est des insectes qui, pour pulluler avec une incommensurable multiplication, ont besoin de tel plutôt que de tel autre degré de température. Tel insecte qui se traîne engourdi sous le climat du Nord, peut, dans les climats brûlants, devenir le père d'une innombrable et dévorante progéniture.

5° Tel insecte pourra donc se communiquer d'un individu à un autre par un simple attouchement de main dans le Midi ; et dans le Nord, pour qu'il passe d'un individu à un autre, il faudra que les deux individus cohabitent assez longtemps ; on dira alors que telle maladie est moins contagieuse dans le Nord que dans le Midi.

6° Tel individu offrira, à la propagation des insectes auteurs de l'épidémie, des conditions plus favorables que tel autre, qui vit sous le même toit, mange à la même table, et couche dans le même lit. L'hygiène a encore plus d'empire que la médecine sur les épidémies ; car les produits d'une forte et bonne santé sont en général ceux que les insectes parasites des animaux ou des végétaux recherchent avec le plus d'indifférence ; c'est ce que démontre l'histoire des insectes, que les naturalistes ont eu l'occasion d'étudier.

7° Il est des insectes qui vivent dans un tissu et qui vont se propager et pondre dans un autre ; il en est d'autres qui naissent, vivent et meurent dans le même tissu. Certains insectes générateurs d'épidémies se nicheront dans les hardes, le linge et les habits de l'infecté ; et dans ce cas ces hardes seront contagieuses ; certains autres resteront attachés invariablement à la peau du malade, et ne s'en départiront que dans le contact de deux peaux de même disposition. La question des habillements, dans les expériences relatives aux contagions, n'est donc pas une question principale, un moyen irréfragable de décider pour ou contre le point controversé.

8° On découvrira un jour que la quarantaine est un préservatif contre certains fléaux, et non contre certains autres. Contre les insectes qui

rampent et qui ne se propagent qu'au contact, on serait coupable de ne pas la maintenir rigoureusement; mais il serait ridicule de se croire sauvé par son égide contre les insectes qui volent. En attendant que nos études aient été dirigées dans cette voie, la prudence qui doute exige qu'on ne supprime en aucun cas les quarantaines; le petit nombre d'intérêts que cette mesure peut léser, dans un cas inutile, ne sont rien en comparaison de l'intérêt général qu'elles protégent, dans un cas dangereux; et la distinction de ces deux cas opposés est encore enveloppée d'un voile. Cherchons à déchirer définitivement le voile qui couvre la question, avant d'abattre les barrières que la prudence des peuples a, de temps immémorial, opposées à la chose.

## § V. *Applications à la thérapeutique.*

3045. La médecine, elle qui doute de presque tout ce qu'elle explore, a tort de dédaigner la routine de ce qu'elle appelle l'ignorance, quand cette routine remonte à une haute antiquité. Il faut qu'il y ait quelque chose de vrai dans une longue pratique et dans une habitude qui se perd dans la nuit des temps; l'instinct populaire repousse vite des moyens inutiles qui lui coûtent cher. Or tant qu'une science n'est pas encore science, elle n'a droit d'exclure de son sein aucune espèce de savant, quelque langue qu'il parle, le jargon scientifique d'une école ou le patois de son pays; c'est dans ce cas que tout homme est savant, qui apporte un fait, si brut qu'il soit, si ce fait est de sa compétence. Et sous le rapport des faits, qui est plus compétent que le vulgaire, lui qui en est témoin chaque jour et à chaque instant du jour? Si l'on veut prendre la peine de jeter un regard sur l'histoire du progrès des sciences, on aura plus d'une occasion de se convaincre que la théorie est presque toujours venue à l'appui des usages et des pratiques, qu'une longue tradition a rendues populaires. Ces observations s'appliquent à la question sanitaire en fait d'épidémies; et nous croyons qu'à l'apparition des fléaux qui, depuis quelques années, s'attachent à l'espèce humaine, la science a un peu trop mis du sien, qu'elle a trop fermé l'oreille à tout ce qui s'était fait avant elle, elle pourtant qui, au bout du compte, et après avoir entassé phrases sur phrases, a été forcée de convenir qu'elle n'en savait pas plus que tout le monde sur ce point.

3046. Les anciens conjuraient les épidémies, en allumant, autour du foyer, de grands feux, qu'ils alimentaient avec des bois odoriférants. Ce moyen nous paraît conforme aux idées les plus rationnelles que nous pouvons nous faire des épidémies, et il a toujours produit, au rapport des historiens, d'heureux résultats. Ce moyen a été entièrement négligé dans toutes les invasions cholériques; nous sommes persuadé de son efficacité, dans le cas où ces feux seraient disposés avec méthode et entretenus avec assiduité. Dans la théorie de ceux qui attribuent le choléra à la présence des miasmes et d'un virus répandu dans l'air, ce moyen est rationnel, puisque la flamme décomposerait les miasmes, et que les produits de la combustion les neutraliseraient en se combinant avec eux. Dans la théorie que je nommerai entomologique, ces feux allumés à la chute du jour ne manqueraient pas de dévorer ces myriades d'insectes qui surgissent des marais, des eaux stagnantes et des bords des fleuves, à la chute du jour; car on sait que les insectes nocturnes sont poussés, par un instinct irrésistible, vers la flamme qui semble les attirer en les éblouissant; les fumigations, d'un autre côté, sont un poison pour les insectes, par l'abondance des produits oléagineux et des produits acides ou ammoniacaux qu'elles dégagent. Entourez donc vos larges nappes d'eau d'un cordon serré de feux de toute espèce; et si le bois vous manque, restituez à la religion des sépultures les honneurs du bûcher; brûlez les morts, s'il le faut, pour préserver les vivants; et que la flamme partant de bien bas s'élève bien haut, et qu'elle répande dans les airs des torrents d'odeurs, dont on a reconnu l'efficacité contre l'invasion des insectes; brûlez des substances riches en huiles essentielles, même en huiles empyreumatiques. Ne perdons pas de vue que les pharmaciens, les tanneurs, les ouvriers des fabriques de tabac, de noir animal, les distillateurs, etc., ont été moins sujets au choléra, que les ouvriers des professions inodores.

3047. On a commencé par préconiser le camphre; les pharmaciens ont presque tous fait fortune par la vente des petits sachets; et puis tout à coup le camphre est tombé en défaveur; la médecine, qui l'avait élevé si haut dans la confiance du public, l'a déclaré tout à coup absolument inutile on eût dit qu'il n'en restait plus dans les officines, et qu'il fallait décrier ce qu'on ne pouvait plus administrer. Et il en sera de même de tous les médicaments, jusqu'à ce qu'on ait obtenu la formule de leur efficacité, la théorie de leur action thérapeutique. Mais une fois la théorie obtenue, on explique par la même raison les cas de succès et les cas d'insuccès. Par exemple, si le siége de l'affection

cholérique est sur la portion postérieure du canal intestinal; si (pour admettre un instant l'hypothèse comme suffisamment démontrée) si l'insecte générateur du choléra s'attache de préférence aux plaques de Peyer, cela indique qu'il s'introduit par l'anus plutôt que par l'œsophage; or ce ne sera pas en respirant le camphre que l'on pourra se flatter de s'envelopper d'une atmosphère protectrice; et ce moyen, si puissant contre toute espèce d'insectes, échouera dans ce cas, non pas par inefficacité, mais par défaut d'application. Pour se préserver dans ce cas, ce ne sera pas seulement le mouchoir qu'on devra parfumer de camphre ou d'une autre odeur vireuse (*), ce seront les vêtements tout entiers et surtout les draps dans lesquels on couche.

3048. Ces préliminaires établis sans périphrase et sans dissertation, je vais donner les résultats de ma propre expérience et des essais que j'ai faits depuis près de dix ans sur moi-même avec le camphre pur ou mélangé. Nous ne pensons pas que l'expérimentation possède une meilleure méthode que celle où l'observateur est en même temps le sujet de l'expérimentation.

3049. L'occasion de ces essais me fut fournie par le hasard, qui, dans une circonstance urgente, plaça sous ma main un flacon d'eau-de-vie camphrée plutôt que toute autre substance. Je me livrais à des essais d'insufflation au chalumeau, en 1827; je me fatiguais beaucoup la poitrine, et je soufflais depuis près de deux heures; je sentis tout à coup comme une commotion à la base du poumon gauche, qui fut accompagnée d'un bruit analogue à un petit claquement de fouet. Les palpitations de cœur ne me quittèrent plus; et pendant l'espace d'une année, je languis, portant partout avec moi les symptômes et la triste conviction, si ce n'est d'un anévrisme, au moins d'une hypertrophie du cœur. Les médecins les mieux famés de la capitale adoptaient cette opinion, et l'un d'eux me conseilla le *bromate de potasse*, médicament qui venait à peine d'éclore, ce qui était une raison suffisante pour attendre qu'il eût fait ses preuves sur d'autres. Mais dans une crise violente, l'idée me vint de me frictionner la région du cœur avec de l'eau-de-vie camphrée (l'eau-de-vie étant à 40°); j'éprouvai un soulagement instantané; les tiraillements qui accompagnaient mes palpitations disparurent comme par enchantement par ce moyen; l'eau-de-vie camphrée devint dès ce moment une panacée à mon usage, et il est peu de cas maladifs sur lesquels je n'aie été porté à l'expérimenter.

3050. Mon traitement n'était pas terminé lors de la première invasion du choléra; car le camphre, qui calme les effets d'une adhérence pulmonaire, ne détruit pas pour cela l'adhérence, comme on n'en doute pas; et mon traitement me servit à double fin : j'étais donc en mesure, sans changer mes habitudes, de remplir toutes les indications médicales prescrites à cette époque contre le choléra. Je me trouvais dans les cachots de la Force, le jour où une maladresse de police produisit les résultats que n'aurait pas désavoués la malveillance la plus atroce; où le peuple épouvanté se vengeait, contre le premier venu, des ravages du choléra, et massacrait, comme des empoisonneurs, les passants, tout aussi épouvantés du fléau qu'il l'était lui-même. Nous descendions dans une cour froide et obscure une heure par jour; et c'était l'heure que les cholériques de l'établissement semblaient choisir de préférence pour passer devant nous; ils étaient tous cadavérisés. Le soir, on mit en liberté, par mesure d'urgence, deux cent cinquante prévenus de vol; et le lendemain, à quatre heures du matin, on vint nous prendre pour nous transporter hors Paris, dans la voiture de fer ordinaire. Nous n'avions pas eu le temps de nous munir de nos habits d'hiver; la matinée était très-froide. On nous déposa dans la maison d'arrêt de Versailles, qui n'est certainement pas la mieux chauffée de ces sortes de maisons. Le hasard voulut qu'il n'y eût de disponible dans la maison que deux chambres; la nôtre était située face à face de l'infirmerie et de la porte à jour des lieux communs de la maison. Le même soir, nous eûmes à l'infirmerie dix cholériques, qu'on transporta à l'hôpital dès qu'ils furent cyanosés, et qui y moururent tous; ces prisonniers étaient venus de Paris. Nous sommes restés quinze mois plongés dans les mêmes exhalaisons ammoniacales; l'odeur, avec laquelle nous nous étions familiarisés (**),

(*) Les huiles essentielles vireuses sont des poisons pour toutes les espèces d'animaux; mais il en faut une plus forte dose pour les animaux de grande stature que pour ceux de petit calibre. De là vient qu'une parcelle, dont les effets seront inappréciables sur l'homme, le débarrassera, d'un seul coup, d'une innombrable quantité de microscopiques, qui vivent à ses dépens.

(**) Les sensations ne sont que des comparaisons de la perception nouvelle, avec la perception continuelle qui sert pour ainsi dire d'étalon normal. On ne sent pas les odeurs dans lesquelles on vit continuellement plongé; on ne sent que celles qui en diffèrent. Le scarabé sacré ne doit pas sentir l'ambroisie du bloc que les dieux l'ont condamné à rouler devant lui. Cet Ixion à antennes ne doit pas avoir la sensation des odeurs

était si forte, que nos visiteurs en étaient incommodés. Nous n'avons pas été un instant malades. L'un de nous fumait habituellement, ainsi que le pratiquent tous les prisonniers ; il ne ressentit jamais le moindre symptôme ; et j'ai observé que le choléra a moins sévi contre les prisonniers fumeurs d'habitude que contre les hommes libres. Les prisonniers qui ont succombé étaient presque toujours ceux qui, manquant de tout, étaient privés de la panacée du prisonnier, du tabac, et n'habitaient pas les chambrées où l'on fume. J'ai souvent, moi qui ne fumais pas, ressenti les symptômes que l'on nous disait alors être les avant-coureurs du choléra, les borborygmes, les coliques, et même quelques crampes. Mais à la plus légère indication, j'avais recours aux frictions sur l'abdomen avec l'eau-de-vie camphrée ; et surtout, moyen auquel je suis redevable des plus délicieuses nuits que j'aie passées de ma vie, des nuits où j'ai fait le plus de frais de philosophie et de résignation, j'avalais, avant de me coucher, un verre d'eau sucrée, sur laquelle j'émiettais une tête d'épingle de camphre et instillais deux gouttes d'éther. J'avais un trop nombreux entourage pour que cette recette, qui, à cette époque, était très en faveur, ne fût pas employée par beaucoup de monde et avec les mêmes bons effets.

3051. Quatre ans plus tard, ayant été déposé, après avoir fait deux cents lieues par une chaleur brûlante du mois de juillet, dans un de ces cabanons renommés par leur saleté, je fus pris au point du jour d'une colique telle, que je n'en n'avais jamais ressenti de pareille, et qui fut suivie presque aussitôt d'un débordement de matières noires, dont mon cabanon fut bientôt inondé ; car, dans ces lieux, on répond tard à qui appelle ; et lorsqu'on m'ouvrit, on fut obligé d'entrer en sabots pour me conduire dans les lieux d'aisances. Le médecin de ces maisons n'y arrive que vingt-quatre heures après qu'on en a adressé la demande ; c'est la règle ; et les médicaments qu'il prescrit n'arrivent que le lendemain de sa visite. L'analogie de mon ancien traitement me revint à la pensée ; et il se trouvait sur ma table des écorces d'orange que je me mis à mâcher, comme un homme qui n'a pas autre chose à sa disposition. Le soulagement fut subit, pour ainsi dire ; les effets cessèrent, la cause s'apaisa ; et quand le médecin arriva, il ne put juger du mal que par le témoignage du pavé de la chambre. L'huile essentielle de l'écorce de l'orange n'avait pas démenti l'action thérapeutique de l'huile essentielle du *laurus camphora*.

3052. Dans l'épidémie de grippe de l'année dernière (3015), nous en fûmes tous atteints successivement dans la famille ; or rien ne nous soulageait comme de nous placer, près de la bouche, un grumeau de camphre, de manière à en introduire les vapeurs dans les bronches par l'inspiration. Toute autre décoction nous laissait la même suffocation, la même sécheresse, qui était telle, que la surface de la trachée et des bronches nous semblait pour ainsi dire se gercer. Tous ces symptômes diminuaient et prenaient un caractère de meilleur augure par l'inspiration du camphre ; et le mal nous a paru, chez nous, moins intense et de plus courte durée que partout ailleurs.

3053. Les personnes lymphatiques et celles qui vivent d'aliments mucilagineux et sucrés, celles qui ont une répugnance pour les boissons alcooliques et les mets épicés, sont exposées aux affections vermineuses, qui prennent chez elles les caractères les plus variés ; et ces affections sont plus fréquentes que les médecins ne le pensent. Le plus grand nombre des crudités d'estomac, des gastrites et des entérites mal caractérisées n'ont pas d'autre origine. Je ne me trompe jamais à cet égard sur moi-même ; et au lieu des boissons gommées et sucrées, des mucilages qui ne font qu'empirer le mal, dans ce cas, j'ai recours à l'aloès ou à la racine de fougère, aux lavements camphrés (*) ou imprégnés de tabac à très-petite dose (à peine un milligramme), quand le mal est intense, ou à mes verres d'eau sucrée saupoudrés d'un peu de camphre, quand le mal est à son début. Les fumeurs ne sont jamais exposés à ces sortes d'affections.

3054. Il n'est pas de vermine qu'on ne mette en fuite en s'enveloppant d'une atmosphère d'huile essentielle vireuse, mais de camphre surtout. Un peu de tabac ou de camphre préserve les draps des teignes et autres insectes. Un peu de camphre ou de tabac dans les cheveux d'un enfant, lui calme ses démangeaisons, en le délivrant des hôtes qui l'assiégent. Le camphre tue les poux en les empoisonnant, comme l'huile ordinaire et la

fétides, mais seulement des odeurs qui nous sont agréables, et qui sont peut-être fétides pour lui.

(*) Il faut avoir soin de filtrer à froid l'eau dans laquelle on a fait fondre du camphre, afin de ne l'administrer qu'avec la petite dose de camphre que l'eau est en état de tenir en solution, et pour éviter les légers accidents qu'occasionnerait le contact prolongé d'une parcelle non dissoute de cette substance sur les parois intestinales.

pommade les tue, en les asphyxiant et en bouchant leurs stigmates respiratoires.

3055. J'ai habité, tout un été, une chambre dont la muraille, contre laquelle mon lit se trouvait adossé, était encombrée de toutes sortes d'insectes parasites de l'homme, depuis le plus inodore jusqu'au plus puant. J'avais soin chaque soir de saupoudrer l'entre-deux de mes draps de lit, avec du camphre, d'en déposer quelques parcelles sur mes vêtements de nuit et dans mes cheveux; jamais un seul ennemi n'a franchi les limites de cette atmosphère, et ils se tenaient tous à distance jusqu'au lendemain matin; mais si j'avais le malheur un soir de perdre de vue ma petite précaution, je ne tardais pas à m'apercevoir de mon oubli, que je réparais au plus vite, bien sûr que mon sommeil ne serait plus interrompu. Cette expérience a été répétée de cette manière pendant plus de cent jours.

3056. On connaissait déjà l'action du camphre contre les petits insectes; mais c'était un fait d'une application spéciale aux collections entomologiques; et jusqu'à présent on n'avait nullement cherché à l'appliquer à la thérapeutique, à l'économie rurale ou domestique; et c'est là le grand tort de nos cadres scientifiques, de nos lignes de démarcation scientifiques, qui empêchent une vérité de passer d'une science à une autre. Nous avons eu dernièrement un exemple du vice de cette méthode, dans une circonstance qui est du ressort de la question, dont nous nous occupons en ce moment.

Les vignerons d'Argenteuil, voyant leurs vignes dévorées par la pyrale, implorèrent Jupiter, pour avoir un savant qui les en débarrassât. L'Académie des sciences en envoya deux à Argenteuil, et un, qui n'est rien moins que plus savant que les deux autres, dans le Mâconnais. Les deux premiers revinrent pour faire à l'Académie la description de l'insecte; ils avaient reconnu l'ennemi; mais, dans l'impuissance de le vaincre, ils proposaient à l'auguste assemblée des dieux de la science, d'adopter la conclusion si connue en économie publique : *laissez faire, laissez passer*. Le troisième causa plus longuement à son retour, d'après la méthode des avocats, qui savent bien qu'*à qui sait parler, il n'y a pas de mauvaise cause*. Celui-ci proposa deux moyens : 1° d'allumer des feux autour des vignes; 2° d'épamprer une à une les feuilles qui contiendraient des insectes. Le premier moyen a été pratiqué en Silésie en 1816; mais les lampions coûtent cher, et les vignerons n'ont pas envie de payer deux impôts; celui de l'État est assez lourd. Le second moyen est pratiqué depuis longtemps dans les vignobles du midi de la France; et ce travail, qui a besoin d'être fait à la main, est confié à des femmes, dont la journée, dans ces régions, est à fort bon marché. Enfin, un jour, assisté de trois vignerons d'Argenteuil, qui connaissaient mieux le gîte de l'ennemi que nos agronomes de cabinet, il constata que la pyrale se réfugiait, pour pondre, dans les gerçures des ceps, et surtout dans les fentes des échalas : « Excellent procédé! s'écrie-t-il; attendons que toutes les pyrales se soient réfugiées dans les échalas, et nous les brûlerons avec les échalas mêmes! » exactement comme celui qui se délivrait du ver blanc du hanneton, en arrachant toutes les racines, et même tous les arbres. Tout cela prouve que MM. les vignerons ont grand tort de ne pas se croire plus compétents dans ces questions que nos académies, et de venir demander des conseils à des hommes, qui ne peuvent parler de la chose qu'en prenant conseil des vignerons. MM. les vignerons, vous en savez plus que nous en ce qui vous concerne; expérimentez vous-mêmes, cela vous coûtera moins cher; car on n'expédie jamais un savant de Paris gratis.

3057. Nous soumettons à votre expérimentation, mais à la vôtre seule, le procédé suivant, que vous varierez d'après les indications fournies par votre raison. Ce procédé nous a réussi pour chasser en petit, de certaines plantes, la vermine qui les ronge; c'est à vous de nous dire s'il est applicable à bon marché en grand.

Placez, sur la portion corticale du cep ou de l'arbre infecté, qui est exposée habituellement aux rayons solaires, un morceau de camphre, si petit qu'il soit; l'odeur en chassera les insectes, si elle se dégage assez intense; ou bien imprégnez d'odeur camphrée vos échalas, avant de les planter, en les plongeant en masse dans un cuvier rempli d'une eau sûre ou d'une eau de savon, dans laquelle vous aurez déposé un gros de camphre ou davantage, si cette dose ne suffisait pas. Ou bien ayez recours aux arrosages en grand; et il est fâcheux que la méthode des irrigations artificielles ne soit pas encore appliquée à la grande culture; une seule pompe-arrosoir mobile sur des roulettes, pourrait, dans certaines localités, préserver du fléau de la sécheresse le terrain de toute une commune. Quoi qu'il en soit, et dans le cas du fléau qui ne suspend pas seulement la végétation, mais qui la dévore, ne négligez pas le secours des irrigations, et associez-vous pour acquérir une

pompe-arrosoir commune ; si vous venez à découvrir, par des essais entrepris sur une petite échelle, que le moyen suivant remplisse son but : Jetez dans une chaudière d'eau en ébullition, un centimètre cube de camphre solide ; versez cette eau tiède dans la pompe-arrosoir, promenez la pompe de ligne en ligne, et faites-la fonctionner de manière que chaque feuille puisse être considérée comme ayant reçu un peu de cette rosée ; il paraît infiniment probable que la chenille ne rongera pas la feuille parfumée de camphre, et que le papillon s'en éloignera pour aller pondre ailleurs. Cela est probable en grand, car cela est certain en petit; mais en grand les mouvements de l'air seront dans le cas de rendre l'effet moins énergique; essayez.

3058. Avec quelques sachets de camphre placés de distance en distance, vous préserverez vos tas de blé de l'invasion du charançon et de la teigne. Le chaulage à l'eau froide camphrée pourrait produire le même effet.

3059. Enfin, dans les maladies cutanées (*gale, maladies pédiculaires*, *teigne, cancer, chancres, bubons*, etc.), ayons recours aux frictions fréquentes à l'eau-de-vie camphrée, ou plutôt aux frictions oléagineuses camphrées. Le camphre pénètre très-avant dans les chairs ; et tout insecte qui traversera l'enduit oléagineux se revêtira d'une couche asphyxiante. Mais sous ce point de vue il se présente deux catégories d'insectes bien distinctes : les insectes qui pénètrent dans les chairs, ou labourent sous l'épiderme, et les insectes qui sortent quelquefois des chairs, qui s'attachent à la surface extérieure de l'épiderme. Ceux-ci seront plus faciles à atteindre par le médicament que les autres, ils n'exigeront pas que l'application en soit faite avec tant de fréquence et d'intensité. Mais dans toute espèce de contact et de cohabitation, préservez-vous, en vous enduisant la peau d'une atmosphère camphrée, et dans les affections de ce genre qui bravent toute espèce de traitement, enveloppez le foyer infecté de cataplasmes oléagineux imprégnés de camphre.

3060. Nous terminerons ce résumé de nos nombreuses observations, en faisant observer que le camphre perd à l'air une partie de son énergie, en s'oxygénant, comme toutes les huiles essentielles, et partant en cessant de plus en plus de posséder les propriétés et les caractères des huiles essentielles ; aussi remarque-t-on qu'il devient à l'air de moins en moins volatil. En sorte qu'on doit avoir soin de le tenir renfermé pour son usage, dans une bonbonnière ou une boîte qui ferme bien, et non pas seulement dans un sachet.

3061. Il est indubitable que bien d'autres huiles essentielles et surtout les huiles vireuses ou empyreumatiques opéreraient, dans tous les cas dont nous parlons, avec une efficacité analogue et quelquefois supérieure à celle du camphre ; mais le camphre présente l'avantage d'un moindre danger et d'une odeur moins repoussante ; et du reste c'est la substance qui nous a servi depuis près de dix ans de sujet journalier d'observation.

DOUZIÈME ESPÈCE.

Tissus spontanés.

3062. Je n'entends pas, par tissus spontanés, des tissus qui naîtraient spontanément, organisés et animés de la tendance au développement, et sans avoir passé par la filière des générations successives. J'ai traité ailleurs cette question qui appartient en entier à la physiologie, et sort tout à fait du domaine de la chimie (*). Je n'ai à envisager ici le sujet que sous un rapport chimique, que sous le rapport des formations brutes et instantanées plutôt que spontanées. Les tissus spontanés, dans ce chapitre, ne seront que des *précipitations membraneuses*, qui troublent tout à coup un milieu limpide, dans lequel l'œil le plus pénétrant n'aurait jamais pu en soupçonner la présence. Ce milieu, qui est capable de tenir en dissolution la substance organique, ne saurait être que l'eau ou l'air. Nous examinerons la question sous ces deux points de vue, dans deux paragraphes séparés ; et nous démontrerons, je le pense, dans l'un et dans l'autre, que le titre de cette douzième espèce est un double emploi ; ce chapitre sera moins une démonstration qu'une réfutation.

## § I. *Tissus spontanés de l'eau.*

3063. Les grands amas d'eau étant un milieu dans lequel se développent, fonctionnent, meurent et se décomposent des myriades de plantes et d'animaux de toute espèce, il est impossible que le liquide en soit vierge d'albumine dissoute à quelque époque qu'on l'observe. Que si ces eaux sont chargées d'ammoniaque, ou de sulfures, ou de tout autre réactif de ce genre, la dissolution albumineuse entrera certainement dans le mélange pour un poids plus considérable qu'auparavant,

(*) *Nouveau système de physiologie végét. et de botan.*, § 1783.

alors même que le liquide conserverait une limpidité parfaite. Ce principe est incontestable. Mais qu'arrivera-t-il dans ce cas, si l'on évapore le liquide ou si l'on sature les dissolvants? L'albumine se précipitera, d'abord en troublant la transparence du liquide, et ensuite en se prenant en une masse ductile et fibreuse, dont il sera facile de constater la nature. Mais le précipité affectera divers aspects, selon que la précipitation sera plus ou moins lente; le précipité sera globulaire (650), lorsque l'action, sous l'influence de laquelle il se détermine, sera lente, régulièrement espacée et uniforme; le précipité sera membraneux et floconneux, lorsque l'action sera brusque et s'étendant à la fois sur une grande surface. Car c'est ainsi que les choses se passent sous nos yeux dans nos laboratoires. Or qu'arrivera-t-il au chimiste témoin de pareils phénomènes, s'il n'a pas eu l'occasion de reporter son esprit sur les causes qui le produisent; enhardi par l'ancienne méthode de créations nominales, il ne manquera pas de voir une substance chimique *sui generis*, dans le précipité informe; et un nouvel ordre d'êtres organisés dans le précipité qui semblera lui offrir dans sa contexture un peu plus de régularité. Or la chimie moléculaire n'a pas plus échappé que la physiologie microscopique à cette fausse interprétation; celle-ci nous a donné les *mycodermes*, celle-là la *barégine*, etc.

3064. Mycodermes. — Les mycodermes se forment à la surface de tout extrait de substances végétales ou animales, que l'on abandonne à leur propre décomposition; et comme il naît en même temps des infusoires innombrables dans le liquide, il arrive que le précipité albumineux les emprisonne les uns après les autres dans ses inextricables mailles. au microscope on les y voit s'agiter et se débattre pour trouver une issue, et mourir enfin faute d'espace et d'air. Les micrographes, frappés d'étonnement à la vue d'un phénomène aussi facile cependant à expliquer, l'ont interprété en admettant que la membrane, qui pour eux serait un végétal, se forme par l'association bout à bout de ces myriades d'infusoires qui succombent. Dès 1829, nous avertîmes les observateurs de la méprise, qui nous menaçait de donner lieu à un catalogue interminable de ces productions si variables, sous le rapport de la coloration, de la consistance et de l'aspect, selon que le liquide est plus ou moins saturé, qu'il est exposé à une évaporation plus ou moins rapide, à la lumière ou à l'obscurité, au froid ou à la chaleur, selon enfin que le mélange des dissolutions est plus ou moins riche en substances diverses.

3065. Lorsqu'on abandonne en août du vin ordinaire à une évaporation spontanée, il ne tarde pas à se couvrir d'une couche de granulations blanches comme la neige, qui au microscope affectent la forme régulière de grains ovoïdes, étranglés légèrement en cocons, de mêmes dimensions, et que le mouvement du liquide ou les tremblotements du porte-objet seraient dans le cas de faire prendre pour des monades. Ces granulations ne sont que le précipité globulaire du gluten du vin, gluten que l'acide tartrique tenait en dissolution. Mais ce gluten a perdu sa ductilité et sa solubilité primitives, en s'associant au tartrate de potasse du vin.

3066. Barégine. — Les premiers chimistes qui se sont occupés de l'analyse des eaux minérales, avaient depuis longtemps reconnu cette matière, qu'ils désignaient, les uns sous le nom de *matière grasse des eaux minérales*, les autres sous celui de *matière animale*, d'autres enfin, sous celui de *matière végéto-animale des eaux minérales*. Anglada l'appela plus tard GLAIRINE; et Longchamp en 1833 substitua à ce mot celui de BARÉGINE, qui a le tort de remplacer un mot général par un mot faussement spécial. L'innovation a porté son fruit; car, en vertu des mêmes droits ou plutôt en vertu d'un droit supérieur, sous trois rapports, à celui de Longchamp, simple prolétaire, qui n'est ni magistrat, ni membre de l'Institut, Séguier ayant été prendre les eaux de Luchon, a nommé, en 1837, cette substance LUCHONINE, laquelle prendra le nom de NÉRISINE, si jamais un personnage plus illustre prend fantaisie de faire de la synonymie chimique aux eaux de Néris, et plus tard, et en vertu des mêmes droits, prendra sans doute, il faut l'espérer dans l'intérêt des progrès synonymiques, les noms de VICHINE à Vichy, de CAUTERÉSINE aux eaux de Cauterets, de RYKUMINE aux eaux de Rykum, de GEYZÉRINE aux eaux de Geyzer, etc.; liste à laquelle nous avons l'honneur d'ajouter, par un sentiment national de reconnaissance, les noms de GENTILLINE, en l'honneur des lavoirs de Gentilly, notre promenade habituelle; d'AMULARINE, en l'honneur de la fontaine Amulard, la seule naïade qui ait fixé sa source sur les boulevards de Paris; de TRIVAUSINE, en l'honneur de l'étang de Trivaux à Meudon; d'OURCQUINE, en l'honneur du canal de l'Ourcq; d'ENGHIÉNINE, en l'honneur des eaux d'ENGHIEN, le Barèges du département de la Seine, le Barèges des bourgeois;

liste que nous nous réservons le droit d'augmenter encore, selon que nos inspirations hygiéniques nous amèneront sur les bords des diverses sources ou ruisseaux de nos environs (*). Et ceci n'est pas une mauvaise plaisanterie ; c'est une conséquence rigoureuse de l'exemple donné par la méthode académique. Car il n'est pas un seul cours d'eau dépositaire des rebuts de fabrique, ou des écoulements de fumier, qui ne donne par évaporation, en plus ou moins grande quantité, une substance analogue à la *barégine,* avec un caractère distinctif spécial à la localité ; un précipité albumineux emprisonnant dans son tissu les sucs oléagineux, les savons sulfureux, les sels minéraux et enfin ammoniacaux, tenus en solution ou en suspension par le liquide ; et plus les eaux seront riches en sulfures ou en carbonates alcalins, plus la *barégine* sera abondante et caractérisée.

3067. En effet, ce qui se passe dans nos laboratoires doit avoir lieu, sur une plus grande échelle, dans la nature. Or nous connaissons par combien de réactifs l'albumine des tissus organisés est susceptible d'être rendue soluble dans l'eau. Donc partout où ces réactifs rencontreront l'albumine, quelle qu'en soit l'origine, ils la dissoudront, et ils l'abandonneront ensuite à la précipitation, en se neutralisant. Or qui oserait nier l'existence des tissus albumineux dans les espaces souterrains que traversent les cours d'eau, dont s'alimentent les sources minérales ? Les eaux de la pluie qui filtrent à travers les couches végétales, filtrent à travers un mélange de détritus riches en albumine végétale et animale, provenant de la désorganisation d'une foule variée de tissus ; en traversant certaines galeries souterraines, elles rencontrent en masse des fongosités qui ne sont jamais plus azotées que dans un milieu sombre et aéré ; les terrains secondaires eux-mêmes sont encore imprégnés de tissus albumineux, dont l'action du feu nous révèle plus que des traces, et dont les réactifs se chargent encore aujourd'hui, dans nos laboratoires, comme ils l'auraient fait à la première époque de la fossilisation. Jetez dans ces eaux sulfureuses un animal mou ou une plante fongueuse ; ses tissus ne tarderont pas à s'y dissoudre en plus ou moins grande quantité, selon que le degré de leur température sera plus élevé et que leur hépatisation sera plus intense ; et les individus sembleront tôt ou tard y disparaître à la vue simple. Or que de vers, que de mollusques terrestres ou fluviatiles, que d'insectes, que d'infusoires, les eaux minérales ne rencontrent-elles pas, avant de se déverser dans les bassins ouverts à la lumière et au grand air ?

3068. Mais ici une nouvelle réaction doit nécessairement avoir lieu ; la lumière, l'air et le milieu terreux qui reçoit ces eaux, doivent nécessairement en diminuer la capacité de saturation pour l'albumine. Car l'acide carbonique chez les unes, qui servait de dissolvant à l'albumine, va se dégager ; les sulfures qui servaient de dissolvant chez les autres vont se neutraliser, en se combinant, par double décomposition, avec les sels calcaires du bassin, ou se décomposer sous l'influence des rayons lumineux ; la température qui augmente dans une si grande proportion l'énergie du menstrue, baissera au contact de l'atmosphère ; et l'albumine, abandonnée par tous ses dissolvants à la fois, se précipitera sous mille formes diverses, et viendra se déposer sur les parois des bassins, avec d'autant plus d'adhérence que ces parois auront servi à neutraliser son dissolvant. C'est ce qui arrive sur les bassins en pierre de nos lavoirs et de nos blanchisseries, ils se tapissent d'une couche de savon calcaire. Ainsi, dans les eaux thermales, on trouvera à la fois, à l'instant de l'analyse, de l'albumine précipitée et de l'albumine dissoute. On recueillera l'une sur les murs, mêlée à toutes les substances qui l'accompagnaient dans le liquide ; on obtiendra l'autre par l'évaporation du liquide, avec des caractères quelquefois différents de l'albumine déposée sur les parois des bassins, et qui varieront, sous le rapport de l'aspect, selon que l'évaporation aura lieu à une plus ou moins haute température, et sur des quantités de liquide plus ou moins considérables ; et ces quantités et ces caractères varieront dans la même source, selon la saison des chaleurs, du froid, de la sécheresse et des pluies.

3069. Mais cette substance albumino-oléagineuse ne saurait s'attacher aux parois des bassins, sans y devenir le réceptacle, et je pourrais même dire l'engrais d'une foule de végétations confervoïdes qui, à l'œil nu, pourront présenter des caractères de coloration et d'aspect différents, selon les sites et l'exposition, et fournir l'occasion de graves dissidences, entre les chimistes qui se livreront à l'étude des eaux minérales, par les procédés de morcellement de l'ancienne méthode. Et c'est là la cause des dissidences qui se sont élevées dans ces dernières années, entre les chimistes et les académiciens qui ont été prendre les eaux. Robiquet a vu dans la barégine de Longchamp une

(*) Voyez, dans le *National*, 1833, notre analyse critique du travail de Longchamp ; et *Réformateur*, 1835, n° 328, 2 septembre.

conferve qu'il désigne sous le nom de mousse, et que Richard a reconnue être une modification du *tremella thermalis* de Thore; cryptogame qui, d'après le chimiste académicien, résulterait d'une *réaction*, pendant laquelle l'oxygène et l'azote contenus dans l'eau thermale de Néris sont mis en liberté, la plus grande partie de ces gaz restant comme emprisonnée dans les cellules de cette barégine; « fait, ajoute-t-il, devant lequel l'*imagination se perd* »; ce qui est vrai, et exactement vrai; car l'imagination se perd toutes les fois qu'elle s'égare. Séguier, à Luchon, prend ces conferves vertes pour la barégine; et Longchamp lui-même, qui n'avait vu la barégine que dans la substance qu'on obtient par évaporation de l'eau de Barèges, nous dit que la barégine devient verte, là où un petit filet d'eau ordinaire se mêle à l'eau minérale; confondant à son tour avec la barégine, les conferves vertes qui se forment partout où le soleil frappe, et non pas seulement là où il se mêle un filet d'eau ordinaire.

3070. Vers la fin de l'automne 1836, un jeune docteur, qui consacrait tous les ans les loisirs de ses vacances à l'étude chimique des eaux de Barèges, et qui, avant de partir, était venu causer avec moi, sur les analogies de la barégine, revint me faire part de ses investigations. — J'ai étudié et je possède à fond, me disait-il, la structure des conferves de la barégine; j'en ai le dessin chez moi. — Et moi aussi, j'en ai depuis près de dix ans le dessin dans mes cartons; le voilà. — C'est bien cela, répliqua-t-il; vous avez donc été à Barèges? — Nullement; mais j'ai été à Gentilly, à cinquante pas de Paris, à Enghien à quatre lieues de Paris; ou plutôt je ne suis pas sorti de ma chambre, pour observer cette substance confervoïde; car l'échantillon dessiné sur ce papier provient d'une certaine quantité d'eau ordinaire que j'avais abandonnée dans un verre à boire placé à l'obscurité; aussi, ces chapelets confervoïdes sont-ils grêles et étiolés. Mais en voici d'autres qui se sont formés dans la même eau exposée à la lumière; c'est la même forme, la même ténuité, qui, à un grossissement de 300 diamètres, offre à peine des dimensions susceptibles d'être mesurées; mais la couleur en est verte, et c'est ce que vous aurez probablement trouvé à Barèges : dans les caveaux et les lieux obscurs, vous aurez observé la barégine confervoïde composée de filaments blancs; partout où l'eau thermale aura été exposée aux rayons lumineux, vous aurez vu les mêmes filaments verts. — C'est exactement comme vous le dites; c'est ce que j'ai observé aussi, ajoutait avec une certaine surprise mon interlocuteur; oh! vous avez été à Barèges. — Certes non, je me suis contenté d'aller, aidé de la théorie, qui est la même à Barèges que chez nous, visiter nos eaux triviales, nos eaux prolétaires des environs de Paris; et la barégine m'a coûté très-peu de frais de voyage.

3071. Huit jours après, une lecture académique ajoutait un nouveau nom à la LUCHONINE de Séguier; je ne le retrouve pas sur mes tablettes, mais on le retrouvera dans quelque coin de nos journaux; je n'en ai nullement besoin; nos lecteurs auront, dans les considérations qui précèdent, un moyen de se fixer, sur la valeur de ces créations nominales, et sur l'influence qui donne l'importance d'une publicité hebdomadaire à des questions résolues depuis plus de quatre ans.

3072. Ne prenez pas une conferve et encore moins une mousse pour la barégine; ne prenez pas la barégine pour le chaos qui renaît, ou pour l'organisation qui recommence; ne la voyez que dans un simple précipité ou extrait savonneux et albumineux; et cherchez-la dans la première mare venue, vers la fin de l'été.

## § II. *Tissus spontanés de l'air.*

3073. Les recherches eudiométriques sur l'air atmosphérique se sont toujours arrêtées à l'évaluation des gaz; on n'a pas attaché la moindre importance à l'étude des vapeurs. Aussi on n'a pas constaté la moindre différence entre l'air infecté et l'air non infecté, entre l'air de la campagne et celui des villes, entre l'air des montagnes et celui des marais, si ce n'est sous le rapport des proportions de l'oxygène, de l'azote et de l'acide carbonique. Depuis 1826, nous n'avons cessé, dans nos livres et dans nos cours, de nous élever contre cette méthode, qui, en affectant une rare précision, se montrait la plus inexacte des méthodes; car il n'y a rien de trompeur comme la précision qui ne s'applique qu'à deux ou trois éléments, et qui néglige tous les autres.

3074. L'air est dépositaire de vapeurs d'eau qui ne sont pas pures, mais qui servent de véhicule à une foule de produits, provenant des émanations du sol et de la respiration des animaux. On en a un exemple dans les brouillards des villes, qui sont d'autant plus fétides qu'ils sont plus épais; ces brouillards, en effet, servent de dissolvant aux huiles empyreumatiques de la combustion, à l'acide carbonique de la fumée, aux émanations ammoniacales et hydrosulfatées des fosses d'aisances et aux produits de la respi-

ration des animaux. La pluie qui tombe sur un sol desséché répand une odeur à laquelle l'humidité seule peut servir de véhicule. Pour se faire une idée approximative des produits dont notre respiration et notre transpiration cutanée sont susceptibles de charger l'air ambiant, qu'on souffle sur une lame de verre, surtout à jeun, et qu'on place la lame de verre sur le porte-objet du microscope ; on y découvrira sans peine une foule de dendrites d'hydrochlorate d'ammoniaque, et une couche appréciable de gouttelettes oléagineuses et albumineuses, laquelle, à l'œil nu, donnera les anneaux colorés des couches de mince épaisseur. Si jamais on pousse plus loin les recherches, et qu'on recueille une plus grande quantité de ces produits, on y trouvera des acétates acides, des phosphates d'ammoniaque, etc. Ainsi l'air des lieux habités se charge d'une quantité considérable de vapeurs acides et alcalines, qui peuvent servir de menstrue à l'huile et à l'albumine, et rendre ces deux substances volatiles avec elles (65), par le fait seul de leur réciproque association. L'air enfin est imprégné de substances végétales et animales, qui, selon les circonstances, peuvent y séjourner ou s'en précipiter plus ou moins lentement. Le froid, qui condense les vapeurs ; la chaleur, qui raréfie l'air, dépouillent également l'atmosphère de toutes ces impuretés qui s'en précipitent sous forme de pluie, et de brouillards, ou sous forme de poussière. Mais on ne se refusera pas à admettre qu'elles peuvent aussi s'en précipiter par la neutralisation des substances qui leur servent de menstrue ; la conséquence est rigoureuse. Or, dans tous ces cas, l'albumine dissoute dans l'eau se précipite alors sous forme de membranes plus ou moins aranéeuses ; l'albumine de l'air pourra aussi se précipiter, dans des cas plus ou moins extraordinaires, sous forme de fils ou de flocons ; et il n'y aurait rien de si étrange à admettre que ces fils d'araignée, qui voguent dans les airs aux premiers rayons du printemps, et que le peuple désigne sous le nom de la *bonne Vierge qui file*, soient, au moins en certains cas, les produits spontanés d'un précipité albumineux. Cependant je suis bien éloigné en même temps de nier, que la plupart de ces apparitions aranéeuses soient le produit de petites araignées, que les premiers rayons du soleil viennent de faire éclore.

3075. L'observation suivante m'a fourni les moyens d'expliquer la raison, qui porterait ainsi les araignées à filer des tissus que le vent enlève. Au mois de septembre 1837, époque à laquelle l'araignée à gros abdomen et à pattes courtes (*aranea diadema*) étend ses filets verticaux sur les orties de nos boulevards et sur les arbres de nos jardins, j'enlevai à la pointe de ma canne, un de ces gros porte-couronne qui venait de filer un paquet d'œufs tout près de lui : il faisait un vent assez fort ; aussitôt l'araignée se mit à dévider de son anus un tissu que le vent semblait tirer à la filière, et qui s'étendit de proche en proche jusqu'à la longueur de deux pieds, comme un écheveau de fil que le vent déviderait et allongerait outre mesure. Ce paquet dévidé présentait tous les caractères des *fils de la Vierge*, que nous voyons portés au loin par le souffle de la brise du printemps. L'araignée cessa son dévidage, lorsqu'elle sentit que l'écheveau s'était accroché contre un rameau ; et elle se détacha alors de la canne, confiante dans le parachute qu'elle venait de s'ourdir. Les jeunes araignées doivent, au printemps, recourir à ce moyen de transport, pour passer du sommet d'un arbre à un autre, pour émigrer de proche en proche. et ne pas s'attacher toutes à la fois au point où la mère a déposé des myriades d'œufs en un même paquet. Chacune de ces petites araignées doit se créer un petit parachute, que le souffle du vent dévide, et qui a assez d'ampleur pour porter au loin le petit insecte, sans qu'il ait à craindre une chute qui lui serait funeste ; et tous ces parachutes de gaze sont les *fils de la Vierge*, qui voguent dans les airs jusqu'à ce qu'un rameau les arrête et retienne l'insecte voyageur. Quand l'animal veut passer ensuite d'une branche à une autre pour y fixer la trame de sa toile, il suit à peu près le même système ; il se pend à un fil, se laisse aller à son poids, et se rend à la branche opposée, par suite de l'impulsion qu'il s'est donnée en se balançant, ou bien porté par le souffle du vent. Nous reviendrons sur ce sujet, sous le rapport chimique, en nous occupant de la soie.

3076. La publication du *Nouveau système de chimie organique* a fixé l'attention des chimistes sur la théorie des tissus spontanés, ainsi que sur l'imperfection de nos analyses de l'air. En 1835, Vogel (*) a admis dans l'air une substance organique, qui se comporterait exactement comme les substances azotées, mais qui, d'après lui, ne proviendrait que de la transpiration cutanée. En 1834 (Académie des sciences, 30 juin), Boussingault annonce l'existence dans l'air d'une substance hydrogénée ; il a vu noircir l'acide sulfurique dans le voisinage des routoirs ; mais on le voit noircir

(*) *Journal de pharmacie*, tome XXI, page 321.

partout, lorsqu'on l'expose à l'air atmosphérique. Il a répété les expériences de Rigaut Delille et de Moschati, d'après lesquels la rosée condensée sur un corps froid, donne une eau putrescible, contenant des flocons de matière azotée, et qui, par le nitrate d'argent, offre un précipité qui passe promptement au pourpre; ce qui est susceptible d'une autre explication, en pensant que la rosée a séjourné sur des surfaces organisées; et la rosée est un excellent véhicule à cause de sa grande pureté. Les expériences de Boussingault n'ajoutent rien à la question, qui est plus compliquée que dans l'opinion de l'auteur; ce n'est pas seulement de l'hydrogène pur ou combiné qui existe dans l'air, c'est de l'hydrogène carboné, de l'hydrogène sulfuré, de l'ammoniaque pure ou combinée, et toutes les substances que ces réactifs sont dans le cas de dissoudre, et qui se rencontrent ou se dégagent à la surface du sol. Ces substances, en tombant dans l'acide sulfurique, se carbonisent; et en tombant dans le nitrate d'argent, elles le précipitent par leurs hydrochlorates. Il est, en fait de recherches chimiques, des choses que le raisonnement et l'analogie indiquent mieux que ne pourraient le faire les expériences les plus nombreuses.

## COROLLAIRE FINAL DE LA DEUXIÈME DIVISION (1467).

### APPLICATION A L'ÉTUDE DES ANIMAUX MICROSCOPIQUES, AUTREMENT DITS INFUSOIRES.

3077. Lorsque, il y a plus d'un siècle, le microscope eut permis d'observer les infiniment petits, les animaux microscopiques frappèrent l'imagination des savants, et cette découverte s'enveloppa, ainsi que toutes les révélations, d'un merveilleux, qui fit longtemps la base de la physiologie de ces petits êtres; par cela seul qu'ils étaient invisibles à l'œil nu, ils n'eurent rien de commun avec l'organisation de notre monde visible; et Lamarck, qui fit un pas en avant, en plaçant une partie des infusoires décrits et figurés par Muller près des polypes, n'osa pas secouer tout à fait le préjugé à l'égard des autres. D'après lui, les infusoires étaient des masses gélatiniformes, dépourvues de sens, de muscles, de nerfs, d'organes de la digestion, etc.; et son opinion était encore professée par tous nos physiologistes en 1827, époque à laquelle nous avons publié nos premières recherches sur les tissus. « Des animaux qui se contractent et se dilatent, disions-nous (*), sont pourvus de muscles, et par conséquent de nerfs; ils ont peur, donc ils pensent; ils évitent un obstacle, donc ils le voient; ils reculent au moindre contact, donc ils ont le sens du toucher; et en même temps, par une induction plus hardie alors que les précédentes, nous démontrions le mécanisme de la contraction musculaire sur le rotifère (1576). Cette idée fixa l'attention des observateurs, et surtout la considération suivante : « Le muscle, réduit à sa plus simple expression, peut s'offrir sous la forme et les dimensions d'un simple cylindre de $\frac{1}{100}$ de diamètre, qui dès lors est dans le cas de se confondre, par l'aspect et la coloration, avec tous les tissus ambiants; et partant il existera invisible à nos moyens actuels d'observation. Si l'on plaçait sous les yeux de l'observateur, sur le porte-objet du microscope, un filet élémentaire de l'un des muscles de nos plus grands animaux, sans lui en indiquer l'origine, il serait exposé à ne jamais pouvoir la deviner. »

3078. A la même époque, 1827, dans le travail sur l'alcyonelle, nous démontrâmes (1926) qu'on avait pris pour des animalcules des lambeaux de tissus, et pour des infusoires, des fragments de polypes; enfin, que ces polypes d'eau douce, si hétéroclites, étaient très-élevés dans le cadre zoologique, et que l'alcyonelle, tant défigurée par l'Encyclopédie méthodique, jouissait de la structure des céphalopodes; nous démontrâmes en même temps l'utilité des réactifs chimiques, comme moyens anatomiques.

3079. On commença à abandonner dès ce moment l'ancienne définition des infusoires, et on se reporta sur l'étude de leur complication. Ehrenberg est l'un de ceux qui s'est jeté avec le plus d'activité dans cette voie de recherches; mais il est fâcheux que la méthode et la patience de l'observateur n'aient pas présidé aux investigations de l'auteur; tant d'efforts et tant de zèle n'auraient pas abouti à des résultats aussi complétement erronés; il est encore plus fâcheux que de tels travaux soient adoptés de confiance et imposés à la publicité, par l'influence des noms que la politique a rendus encore plus puissants que la science elle-même. Ehrenberg a dessiné pour des organes, des accidents de surface, dont il n'a pas eu l'occasion de se rendre compte par les lois de la réfraction. Il a vu des muscles et des nerfs dans des plis d'une membrane qui se dessèche, et des estomacs dans des globules. Pour démontrer l'existence de ces estomacs, il a placé les animalcules dans une solution d'indigo, pensant

(*) *Second mémoire sur les tissus de nature animale*, p. 21, dans le no de janvier 1829 du *Répert. général d'anatomie.*

que l'animal, en avalant l'indigo, colorerait ainsi ses estomacs transparents aux yeux de l'observateur. Mais l'auteur n'a pas fait attention que l'indigo ne se dissout pas dans l'eau, qu'il y reste en grumeaux isolés, et en grumeaux d'un calibre tel, que pas un seul ne saurait entrer dans l'œsophage des plus gros de ces animalcules. Ensuite, ces animaux n'ont aucun appétit de substances semblables à l'indigo, puisqu'ils meurent dans une eau empoisonnée par cette substance; mais un animal n'avale point ce qui lui répugne, il le repousse en le flairant; il se contracte en lui-même en présence du danger, et ne se développe de nouveau dans le liquide que lorsqu'il sent le danger éloigné. Donc l'indigo ne saurait pénétrer dans les estomacs de ces animalcules. L'indigo, que l'auteur a cru voir en dedans de l'animal, était donc au-dessus ou au-dessous de lui; et les organes qu'il a pris pour des estomacs plus fortement colorés, ne sont que des organes d'un pouvoir plus réfringent que le reste du corps, et qui par conséquent réfractent le bleu avec plus d'intensité que ne le font les tissus qui les environnent. En effet, placez ces animalcules sur un porte-objet de verre bleu, et vous observerez les mêmes phénomènes qu'a cru voir Ehrenberg; et si tous les organes globulaires, qui seront plus colorés en bleu que les autres, sont par cela seul des estomacs, vous pourrez en compter neuf à dix dans un *kolpode*. Mais, ce qui achèvera de rendre compte de l'illusion à laquelle nous sommes redevables des idées d'Ehrenberg, examinez avec soin tous les accidents colorés que vous croyez voir sur un infusoire placé dans une goutte aqueuse d'indigo, et puis déplacez l'animalcule avec la pointe d'une épingle, il vous arrivera souvent de voir attachés au porte-objet, les accidents que vous croyiez voir dans l'intérieur de l'animalcule même. Quant au moyen d'observation tiré des accidents que présente l'animalcule sur le point de se dessécher, il n'y en a pas de plus illusoire et de plus trompeur; car il serait peu rationnel de déduire les phénomènes de structure et d'organisation, des modifications qu'offre un animal qui se désorganise. Lorsque nous publiâmes nos premières méthodes d'observation pour les infiniment petits, nous ne nous attendions pas à les voir donner lieu à des applications de ce genre. Nous avons été moins surpris de voir celles-ci en faveur auprès de l'Académie des sciences de Paris.

L'exemple suivant, qui est tout récent, donnera la mesure du talent d'observation du seul de ses membres, à qui il a été enjoint de s'occuper plus spécialement du microscope. Le jeune Gervais trouve, au canal de l'Ourcq, parmi les conferves, des granules qui lui paraissent curieux; il en conserve l'hiver et en fait part à ses amis et à ses protecteurs. Turpin n'est pas oublié. Celui-ci déclare que ce sont des graines d'*érysiphe;* mais le jeune auteur, mieux avisé et qui connaissait notre travail sur l'alcyonelle, réforme l'opinion du juge, et lui apprend à voir un œuf de plumatelle ou de cristatelle, dans ce que le juge prenait pour la spore d'une moisissure. Mais cet œuf est hérissé, sur sa périphérie, de piquants bi ou tricuspides au sommet; le juge dessine cet organe couronné d'un rang de ces cils; la figure paraît dans les comptes rendus de l'Académie des sciences, pag. 41. Mais le jeune auteur découvre deux fautes grossières dans son dessin; d'abord, l'académicien n'a pas vu le bourrelet de l'œuf, bourrelet qui établit l'analogie de cet œuf avec celui de notre alcyonelle; l'académicien n'a décrit qu'un seul rang de cils; et il en existe deux qui partent du sillon qui sépare l'œuf proprement dit de son bourrelet.

Enfin, l'œuf est éclos au printemps, et il en est sorti un animal que l'académicien a gardé trois jours, et qu'il a sans doute dessiné d'idée et de souvenir le quatrième; car depuis les figures de Rœsel et Ledermuller, jamais le polype n'avait été dénaturé d'une manière plus étrange. On en jugera par le dessin que l'auteur en a publié dans les *Annales des sciences naturelles*, 2e série, tom. VII, pl. 2, fig. 8 et 9, septembre 1837; figures en vertu desquelles l'auteur rétablit le genre Cristatelle, d'après un animal qui se trouve (mieux conformé, il est vrai) dans toutes les plumatelles qui sortent de l'œuf, ainsi que nous nous faisons fort de le démontrer publiquement, si la publicité nous était permise. Quoi qu'il en soit, tout cela était peu embarrassant à faire en trois jours. Mais une chose plus embarrassante, c'était d'expliquer, comment il se faisait que des œufs épineux pouvaient sortir d'un animal aussi mollasse; et l'académicien de s'écrier en face de ses confrères ébahis: ***Quelle est la malheureuse mère condamnée à pondre des œufs aussi horriblement hérissés de crochets ?*** ce qui inquiétait beaucoup sa philanthropie; lorsqu'il vit l'animal pondre des œufs lisses et sans crochets, preuve que les crochets ne poussaient qu'après la ponte; et les œufs il les a dessinés sur la figure précitée. Concevez-vous des polypes qui pondent le troisième jour de l'éclosion, et qui pondent au printemps; c'est curieux pour nous, qui n'avons trouvé les œufs

mûrs et bons à pondre qu'en automne. Mais enfin nous avons cherché à nous éclairer par les figures de l'auteur ; et, ô méprise académique ! ô Minerve de la science française ! comment trouver le mot propre pour qualifier votre erreur ? le paquet que vous avez pris pour un œuf de l'animal est tout simplement son excrément ; oui, ce que vous avez marqué de la lettre (*d*) sur la fig. 9, pl. 2, tom. VII, est sorti de l'anus et non de l'oviducte ; il a été élaboré par le canal intestinal et non par l'ovaire ; nous vous avions averti de la mystification, en vous faisant observer (*) que Roesel, avant vous, avait déjà pris ces saletés pour la coiffe des racines des *lemna*. Ainsi la solution du problème qui doit nous rassurer sur le sort de la *malheureuse mère*, n'est pas encore obtenue par la méthode académique ; et comme cette question intéresse assez vivement la philanthropie, nous allons prendre la liberté de toucher à ce grave sujet. L'animal, dans lequel l'Académie a trouvé le moyen de réhabiliter le genre *cristatelle*, est tout simplement un jeune échantillon d'alcyonelle ou plumatelle, ratatiné de besoin ou de frayeur, et ne trouvant pas de quoi vivre dans le verre de montre de l'observateur. Nous l'avions figuré sous cette forme, et plus ou moins grossi, dans le *Mémoire sur l'alcyonelle* (pl. 13, fig. 9 ; et pl. 16, fig. 1). Les œufs que le polype pond, non pas au printemps, mais en automne, sont lisses et tels que nous les avons figurés (pl. 14, fig. 4 à 9) ; ils sont ovales, aplatis et bordés d'un bourrelet, sans communication avec l'œuf proprement dit ; ce bourrelet possède une organisation différente de celle du corps de l'œuf ; on le voit marqué de stries transversales très-prononcées, quand on en observe les parois à travers le jour ; ce bourrelet se désorganise bien avant que l'œuf n'éclose ; et son tissu se désagrége, pour attacher l'œuf aux corps ambiants ; ses stries transversales deviennent, en s'isolant successivement, des lanières terminées par deux ou trois cils ; en sorte qu'à une certaine époque, le bourrelet est réduit à sa paroi interne ; et son écorce s'est décomposée en cils rayonnants, qui semblent s'insérer dans la commissure qui unit le bourrelet à l'écusson, à peu près comme l'écorce du cerisier se détache en lanières transversales, et que le test de tant de graines se déchire en pellicules d'une grande régularité. A la faveur de ces débris de son bourrelet, l'œuf s'accroche aux conferves, aux mousses qui recouvrent les pierres siliceuses, pour qu'à l'époque de l'éclosion, l'animal se trouve dans la position qui est favorable à sa nutrition. Voilà tout le mystère, qu'une étude continuée pendant plus de trois jours aurait probablement fait découvrir aux micrographes de l'auguste assemblée. Nous terminerons cette petite leçon toute personnelle par la réflexion suivante : « A quoi servent les rapports académiques et la solennité dont la presse a l'ordre de les environner, quand un jeune auteur y voit plus clair, sur la détermination du corps en litige, que l'académicien rapporteur ? »

(*) *Mémoire sur l'Alcyonelle*, 1827, part. I, § 11.

### 1° *Règles générales relatives à l'étude des animaux microscopiques.*

3080. 1° Les micrographes regardaient la monade comme l'animal le plus simple de la création, et cela parce qu'ils ne pouvaient pas découvrir un seul organe, avec leurs instruments les plus puissants, dans un être d'une aussi petite dimension. Leur opinion était donc basée sur un sophisme, en vertu duquel tout ce qui est invisible n'existerait pas, et en vertu duquel Paris, observé à vingt lieues de distance, serait la plus petite des masures de la France. Avant la découverte du microscope, les observateurs regardaient, par suite du même raisonnement, comme les animaux les plus simples, les animalcules de deux ou trois millimètres de diamètre. Il ne faut plus désormais voir les limites de la création, dans les limites actuelles de l'observation, et arrêter l'analogie à la puissance de nos grossissements. Quand un être est trop petit pour que nous puissions en saisir les détails, ne traduisons pas ce fait par celui-ci : « Cet être n'a aucun détail ; il est de la plus grande simplicité. »

En conséquence, la monade, ce globule à peine distinct, si ce n'est par ses mouvements, aux plus forts grossissements de nos microscopes, peut être aussi compliquée qu'un brachion (pl. 19, fig. 6) ; elle n'en diffère que par des dimensions 100 fois moins grandes. Mais elle se meut et elle se propage comme le brachion ; donc elle est aussi compliquée dans son organisation que le brachion lui-même.

3081. 2° Ayez recours à l'analogie, pour obtenir le résultat que l'observation directe vous refuse ; mais que l'analogie ne soit que la continuation en ligne directe de l'observation.

3082. 3° Méfiez-vous des accidents qui sont les produits de la dessiccation et de la mort. Une bosselure au microscope, un pli formé au hasard et d'une manière toute mécanique, est dans le cas de prendre la place et l'aspect d'un organe véritable.

3083. 4° Puisque le scalpel est impuissant à démêler les organes de ces infusoires, ayez recours aux réactifs, qui rendent certains organes saillants, en amincissant certains autres, qui colorent les uns plutôt que les autres ; mais interprétez sagement les effets de ces réactions. Ne prenez pas ce que vous voyez, par transparence, au-dessous du corps de l'animal, pour des objets qui auraient pénétré dans le corps de l'animal même. L'ammoniaque est éminemment propre à cette dissection chimique, en ce qu'elle dissout les tissus albumineux très-jeunes, et qu'elle colore, à travers les parois, les produits de la digestion, incolores jusque-là. L'éther amincit les tissus oléagineux et coagule les autres; l'alcool, en coagulant les tissus albumineux, les rend beaucoup plus opaques ; enfin les acides rendent transparents les tissus osseux opaques. C'est à la faveur de ces diverses réactions que nous avons mis à nu l'organisation des polypes (*) et celle des helminthes (**).

3084. 5° Ayez soin de mesurer tout ce que vous décrivez à chaque réaction nouvelle, afin de suivre l'organe d'une manière sûre, dans toutes les transformations de l'individu, et d'asseoir vos analogies sur des données précises.

3085. 6° Ne prenez pas l'animal malade ou rentré en lui-même, pour un animal différent ; ni deux animaux accouplés pour un animal de nouvelle espèce ou un animal qui se scinde en deux. Surtout ne prenez pas l'œuf sur le point d'éclore pour un animal parfait ; et c'est, nous en sommes certain, ce qui est arrivé aux micrographes, depuis Muller jusqu'à nous. Muller a décrit, sous le nom de *leucophra conflictor*, et, après lui Lamarck, sous le nom de *trichoda conflictor* (*Encycl.*, pl. 10, fig. 1), une sphère très-opaque, qui reste à la place où on la surprend, frémissante, mais immobile, se contractant comme par des commotions électriques, mais restant opiniâtrément attachée au point du porte-objet où le hasard l'a mise, comme l'huître à son rocher ; animal sournois, et singulier conspirateur, qui ne communique avec personne, et ne se dérobe pas à l'inquisition. La fig. 8, pl. 19, donne le signalement exact de l'un de ces factieux microscopiques ; il est opaque, parsemé de globules et de plis sur sa surface ; mais de plis tels, qu'on en observe sur un test qui se dessèche. D'autres fois, il est comme partagé en deux calottes par une zone, par un équateur plus opaque que tout le reste de la sphère. Lorsqu'on cherche à se rendre compte de la cause de ses mouvements saccadés, on reconnaît qu'au-dessous de l'écorce plissée, opaque et globulaire, une masse se déplace en tournant sur elle-même, autour d'un axe vertical qui passerait par le centre de ce globe ; et cette masse, en se déplaçant ainsi, trace à l'œil des stries concentriques qui vont et viennent, et que j'ai essayé de représenter en ($\alpha$, fig. 8, pl. 19). Il y a des mots qui amènent des soupçons, et des soupçons qui révèlent tout à coup une analogie ; on dirait que ce conspirateur est un fœtus qui conspire contre sa coque, et qui se déplace et s'étend pour la rompre et s'échapper dans l'eau, enfin que notre *leucophre* n'est qu'un œuf d'un infusoire. J'ai observé tant d'œufs d'insectes sur le point d'éclore, que je ne saurais mieux comparer ce que j'ai observé sur la leucophre conspiratrice, qu'à ce que j'ai vu sur l'œuf des chenilles et des araignées. Pour vérifier mes soupçons, je pris à la pointe d'une aiguille, une de ces *leucophres* prétendues (fig. 8, pl. 19), et je la déposai toute seule dans l'eau d'un verre de montre, placé sur le porte-objet de mon microscope double, que j'amenai au-desssus de notre conspirateur, dont l'immobilité rendait l'observation plus facile. J'avais préalablement parcouru toute la surface du liquide, pour m'assurer qu'il ne renfermait aucun infusoire, de quelque genre que ce fût. Le lendemain, je trouvai, à la place de mon conspirateur, deux valves ouvertes par déchirement ; et, voguant dans le liquide, un brachion du genre de celui de la fig. 6, pl. 19, et qui me parut se rapporter très-bien au *brachionus mucronatus* de l'*Encycl.*, pl. 28, fig. 6 et 7. La *leucophra conflictor* n'est donc qu'un œuf de brachion sur le point d'éclore. Or il n'est pas rare de trouver ces brachions portant, à la naissance de leur queue, un œuf qui offre tous les caractères et les dimensions de la *leucophra conflictor*, c'est-à-dire ayant $\frac{1}{10}$ de millimètre en diamètre, tandis que le brachion a $\frac{1}{3}$ environ de millimètre en longueur ; or notre prétendue *leucophra* (fig. 8) n'avait que le tiers du brachion (fig. 6), rapport qui existe entre l'œuf et l'animal qui le porte, ainsi qu'on peut le voir sur les fig. 26, 29, 30, pl. 28, de l'*Encyclopédie* (***).

(*) *Mém. sur l'Alcyonelle*, 1827.

(**) *Annal. des sciences d'observation*, tom. II, p. 244, 1829.

(***) Quoique je n'en aie pas la preuve directe, il est plus que probable que bien d'autres êtres enregistrés dans nos classifications micrographiques ne sont que des œufs d'infusoires, et les *vorticella sphæroïdea* et *cincta* de Muller (*Encycl.*, pl. 19, fig. 4, 8) sont dans ce cas.

3086. 7° Tenez soigneusement compte des formes du test, des découpures de ses bords, afin de ne pas être exposés à croire que l'animal pousse au dehors des organes, alors qu'en rentrant en lui-même, il met à découvert des appendices de son test, comme cela est arrivé à Dutrochet, qui a vu une paire d'yeux pédiculés et une paire de tentacules, dans quatre piquants du test d'un brachion (pl. 29, fig. 7, *Mémoires sur les végétaux et les animaux,* 1837).

3087. 8° Ne prenez pas surtout l'anus pour la bouche, chez les animaux où ces deux ouvertures se trouvent fort près l'une de l'autre, comme cela est arrivé à l'égard des brachions ; et à ce sujet il ne sera pas sans intérêt de nous livrer à quelques développements, sur la structure et les analogies de cette classe d'infusoires. Dans notre mémoire *sur l'alcyonelle* (en 1826), nous avions signalé l'analogie incontestable des polypes avec les céphalopodes tentaculés. Dans les *Annal. des sciences d'observation,* 1829, et plus tard, dans la première édition du *Nouveau système de chimie organique*, 1833, pag. 239, nous avons signalé l'analogie, tout aussi incontestable, de la structure du rotifère (pl. 19, fig. 1) avec celle des polypes et des poulpes ; nous sommes en mesure aujourd'hui d'étendre cette grande analogie aux brachions (pl. 19, fig. 6).

3088. Le *rotifère* (1576), cet animal jadis porteur de deux roues dans les livres des micrographes, n'est plus aujourd'hui, depuis notre travail sur les organes respiratoires, que porteur d'un fer à cheval, analogue à celui des polypes de l'alcyonelle, mais non tentaculé. Ce fer à cheval est sa branchie, qui se couvre de cils d'expiration, et attire par l'aspiration les corpuscules dans l'organe de la déglutition. La fig. 1, pl. 19, le représente fonctionnant et attaché par le trident de sa queue (*q*) contre la surface du porte-objet; il a alors en longueur de $\frac{1}{12}$ à $\frac{1}{14}$ de centimètre. Il s'allonge d'autant plus qu'il a plus épuisé le milieu qui l'enveloppe. Lorsqu'on l'emprisonne dans la cavité d'un porte-objet à réactifs (486) rempli d'eau pure, on le voit s'étirer d'une manière prodigieuse, et devenir d'autant plus transparent qu'il s'étire davantage. Lorsque le milieu est épuisé, il détache sa queue du porte-objet, et il vogue dans le liquide comme un trait qui traverse l'air. Pendant tout le temps que l'animal fonctionne, on aperçoit les deux demi-lunes (*m*) s'écarter et se rapprocher alternativement, comme deux mâchoires internes que ferait mouvoir la mastication. On voit quelquefois l'animal s'arrêter et se contracter brusquement (fig. 5), et puis se développer avec précaution, pour saisir avec le trident de sa queue (*q*), comme avec une main, un corps étranger qui s'était engagé entre les deux organes respiratoires (*r*), c'est-à-dire dans le canal œsophagien. Une fois débarrassé de cet obstacle, l'animal reprend ses fonctions de respiration, et se met de nouveau à nager dans le liquide. On découvre alors, tantôt à droite et tantôt à gauche, un petit prolongement vermiforme (*an*), dont l'analogie m'avait longtemps échappé; mais je le surpris un jour qui en tirait comme un corps étranger, avec le trident de sa queue, de la même manière que je l'avais vu en tirer un de la sorte de l'orifice buccal ; et je présumai que ce prolongement pourrait bien correspondre au prolongement anal des polypes et des poulpes. Le hasard me fournit l'occasion de me convaincre que je ne m'étais pas trompé. En effet, je rencontrai un rotifère en proie à un laborieux enfantement (et tel que le représente la fig. 2, pl. 19), les organes respiratoires rentrés en dedans (*b*), la queue envaginée (*c*), le ventre arrondi, et dans le sein duquel se dessinaient deux grandes masses oviformes (*ov*); le plus petit appendice (*an*), en érection, éjaculait dans le liquide des chapelets de globules verts enchaînés entre eux, comme les œufs glaireux des batraciens ; cet appendice était donc l'analogue de l'appendice anal des polypes, qui est en même temps l'oviducte ; et notre rotifère pondait des œufs; notre rotifère est donc un céphalopode non tentaculé, une ascidie armée d'une queue. Dès ce moment, il est permis de désigner son organe (*m*) comme l'analogue du bec interne des poulpes, et les deux points transparents (*o*) comme ses yeux.

3089. Ce printemps de l'année 1837, j'ai eu l'occasion d'étudier, d'après ces données, une foule de brachions, mais surtout celui de la fig. 6, pl. 19, qui se rapporte assez bien au *brachionus ovalis* de l'*Encyclopédie*. Il a environ $\frac{1}{3}$ de millimètre en longueur; et je l'ai soumis à un grossissement de 350 diamètres, en le tenant fixé entre deux lames de verre. L'organe qui m'offrait le plus d'analogie avec l'organe (*an*) du rotifère (fig. 1) est certainement l'organe marqué des mêmes lettres (*an*) sur la fig. 6. Mais malheureusement c'est celui que les micrographes ont pris pour des mâchoires intérieures, plaçant ainsi, au dedans du corps, ce qui certainement se trouve à l'extérieur, et prenant l'*anus* pour un appareil

de la bouche. Car cet organe (*an*) n'offre aucun mouvement analogue à celui des mâchoires; il ne change aucunement d'aspect, pendant que tout fonctionne autour de lui, et que l'aspiration fournit à la déglutition une ample provision de globules suspendus dans le liquide. On voit des points verdâtres tourbillonner, comme autour d'un axe et avec une incroyable vélocité, dans l'organe (*s*), exactement comme doit le faire le bol alimentaire; l'organe (*s*) est donc le laboratoire de la digestion; c'est la cavité stomacale. Quant à l'organe (*rc*), c'est un large boyau qui se contracte et se dilate comme une outre par des mouvements péristaltiques violents; cet organe ne saurait être l'œsophage, qui n'offre jamais rien de pareil; il ne saurait être que le tube intestinal; or ce tube se termine au sphincter étoilé (*an*), qui, dès ce moment, a tous les caractères de forme et de position de l'anus. L'œsophage doit donc être placé derrière cet intestin et l'estomac, entre le test et ces deux organes; et c'est là sa place chez les polypes et les poulpes. L'organe (*oe*) est peut-être une anse de l'œsophage, que refoule le mouvement des intestins. Mais les deux corps réniformes (*ov*) appartiennent certainement à l'appareil de la génération et sont les deux ovaires. La queue (*q*), analogue à une queue de morue, termine le corps, et joue librement entre le test (*tt*), qui paraît avoir, vers le bas (*α*), quatre échancrures et quatre dents. L'organe respiratoire est placé, comme chez le rotifère (fig. 1), sur la partie antérieure; mais, sur le brachion ovale, il est hérissé de véritables cils immobiles et non vibratiles; et les deux yeux sont, ou bien placés en (*oc*), ou protégés par cet appendice du test osseux. Les brachions sont donc aussi analogues aux céphalopodes par leur structure générale, et leur test peut être considéré comme analogue à l'os de la sèche, mais à un os développé beaucoup plus superficiellement que chez ce dernier animal. Afin de mettre plus à découvert les rapports de continuité de l'organe (*an*) et des intestins, j'ai placé l'animal sous une goutte d'ammoniaque (fig. 7), qui a respecté le test (*tt*), la queue (*q*), qui a rendu plus transparente la portion antérieure du corps (*b*); mais qui, en augmentant l'opacité de l'organe (*an*), ne laisse pas que de montrer que cet organe continue organiquement les organes (*rc*) et (*s*), c'est-à-dire l'estomac et l'intestin de l'animal.

### 2° *Projet de classification des animaux du bas de l'échelle.*

3090. Les différences dans les dimensions ne sauraient être des caractères, pas plus à l'égard des infusoires qu'à l'égard des animaux supérieurs. Si nous classons un rat à côté des plus grands mammifères, rien ne s'oppose à ce qu'un infusoire, un microscopique, puisse être classé à côté d'un calmar. Une classification rationnelle ne prend ses caractères que dans la structure, et non dans les rapports de grandeur.

3091. Les rapports de la structure générale sont souvent signalés par l'analogie de deux ou trois organes spéciaux; chez les infusoires les plus petits, nous avons, dans l'organe cilié, qui est certainement un organe respiratoire, nous avons un élément d'analogie dont la classification est dans le cas de tirer un immense parti.

3092. La dénomination d'infusoires est aussi impropre que celle de *microscopiques;* l'une indiquerait que ces animaux ne viennent que dans les infusions de nos laboratoires, ce qui est faux, puisque nous les trouvons abondamment dans toutes les mares et les eaux stagnantes; l'autre établirait une différence sur les dimensions, ce qui est arbitraire.

3093. Ne prenons pas le porte-objet pour un nouveau monde, et soyons convaincus que la nature n'a pas fait, dans ses lois, un saut brusque, exprès pour se conformer à nos moyens d'observation. Cherchons donc, dans les infiniment grands, les analogues des infiniment petits.

3094. Nous avons, dans les plus gros infusoires, trois analogies distinctes et dont nous pouvons apprécier la valeur. La position de l'organe respiratoire autour de l'ouverture œsophagienne, la courbure du tube alimentaire, qui fait que l'anus se trouve ramené dans le voisinage de la bouche; enfin les phénomènes de l'expiration qui se révèlent par le jeu apparent de cils vibratiles, caractère qui se montre et sur les mollusques, les uns à tous les âges et les autres à un âge quelconque de leur existence, et sur les animaux mous de la plus grande dimension, tels que les aplysies, les *béroé*, les *doris*, les méduses, etc. Comme ces trois caractères existent à la fois sur le même individu, la présence de l'un des deux nous autorise à admettre l'existence des deux autres, sur les individus trop petits pour se prêter à une observation plus complète.

3095. En conséquence, nous réunirions, dans un même embranchement, tous les animaux sans

vertèbres, qui, à une époque quelconque de leur existence, offrent une expiration ciliaire, et se hérissent, sur l'une quelconque de leurs surfaces, de prétendus cils vibratiles; ce qui comprendrait principalement les gastéropodes, les céphalopodes, les polypes, les actinies et les infusoires.

3096. Nous réunirions dans la même classe: 1° les Hydres, les Actinies et les Polypes sans canal intestinal, et qui n'offrent point les cils respiratoires; 2° les Poulpes, les Polypes à canal intestinal, aux Brachions et aux Rotifères; 3° les Vorticelles, les Monades aux Ascidies; 4° les Kolpodes, Bursaires, et la plupart des Trichodes (à l'exception du *trichoda bomba*, qui n'est peut-être qu'un planorbe à peine débarrassé de son œuf) aux Planaires; 5° les Cercaires aux Hirudinées; 6° les vrais Vibrions aux Helminthes, aux Naïs et Néréides, etc. Enfin, prenant pour caractère de division, la position et la forme de l'organe respiratoire, j'adopterais une méthode de classification provisoire des microscopiques, analogue à la suivante :

ANIMAUX SANS VERTÈBRES ET INARTICULÉS.

*A.* — ANIMAUX BRANCHIÉS (qui respirent par des branchies, mais dont l'expiration n'engendre point de cils) : ***hydres, vibrions, sangsues, helminthes, néréides, actinies***, etc.?

*B.* — ANIMAUX BRANCHIAIRES (qui respirent par des branchies, et dont l'expiration se manifeste par des jets en apparence ciliaires ): ***rotifère, brachion, vorticelle, polypes alcyonoïdes, poulpes, mollusques bivalves et univalves, méduses, aplysies***, etc. ).

B. ANIMAUX BRANCHIAIRES.

*a.* — CÉPHALO-BRANCHIAIRES (qui ont l'organe respiratoire placé autour de l'ouverture de la bouche) : POLYPES, POULPES.

*b.* — PÉRIBRANCHIAIRES (qui ont l'organe respiratoire disposé sur le pourtour du corps): KOLPODES, MONADES, PARAMÈCES.

*c.* — AMPHIBRANCHIAIRES (qui ont l'organe respiratoire double et placé aux deux extrémités opposées du corps) : certains KÉRONES?

*d.* — HYPOBRANCHIAIRES (qui ont l'organe respiratoire placé sous le corps) : certains KÉRONES.

***a. Céphalo-branchiaires.***

1° α. ***Tentaculés, libres et sans coquille*** : POULPE, CALMAR, SÈCHE, TRITON, etc.

β. ***Tentaculés, libres, avec coquille*** : ARGONAUTE ET CÉPHALOPODES MICROSCOPIQUES, MILIOLITES, etc.

γ. ***Tentaculés non libres***, et se reproduisant par gemmes aussi bien que par graines : POLYPES ANALOGUES A CELUI DE L'ALCYONELLE.

2° α. ***Non tentaculés, cyclo-branchiaires*** (ayant l'organe expiratoire disposé en forme de cercle, autour de la surface antérieure du corps) : VORTICELLES LIBRES ET RAMIFIÉES, VOLVOCES SOCIALES, GONES, ASCIDIES, etc.

β. ***Non tentaculés, hémibranchiaires*** (ayant l'organe expiratoire en forme d'un fer à cheval analogue à celui des polypes tentaculés) : ROTIFÈRES (comprenant tous les infusoires de cette structure qui n'ont pas de test) ; BRACHIONS (comprenant tous les infusoires de cette structure qui sont munis d'un test); certains BURSAIRES, certains TRICHODES.

Et je supprimerais sans retour non-seulement les dénominations d'infusoires et d'animalcules microscopiques, mais encore toute dénomination qui tendrait à établir une ligne de démarcation, entre les animaux qu'on n'aperçoit qu'au microscope, et ceux qu'on peut apercevoir à l'œil nu.

## DEUXIÈME GROUPE.

### SUBSTANCES ORGANISATRICES.

3097. Substances chez lesquelles l'élément organique (eau + carbone) n'est pas encore combiné en vésicule avec la base terreuse, mais est apte à se combiner ainsi. Ces substances sont toutes solubles dans l'eau froide, et peuvent, même celles qui ne cristallisent pas, devenir solubles dans l'alcool, l'éther, les huiles, à la faveur d'un acide ou d'un alcali. Elles se trouvent chez les végétaux et chez les animaux, à l'état liquide, tantôt dans les cellules du tissu cellulaire, et tantôt à l'état de séve ou de sang, dans le réseau vasculaire de la circulation. La plupart s'obtiennent déjà mélangées avec les sels terreux ou ammoniacaux, qui, sous l'influence de la vie, se seraient combinées avec elles, pour les transformer en tissus. La combustion les isole de ces sels, qui restent à l'état de cendres, ou se décomposent en produits azotés. Le plus fort microscope ne saurait faire apercevoir, dans aucune d'elles, la moindre trace d'organisation, mais seulement des débris d'organes ou des précipités globulaires.

## PREMIÈRE DIVISION.

### SUBSTANCES ORGANISATRICES VÉGÉTALES.

3098. Substances organisatrices, que l'on retire plus spécialement des végétaux, et qui en général sont, ou bien pures de tout mélange inorganique, ou bien mêlées à beaucoup de sels terreux et à fort peu de sels ammoniacaux.

---

### PREMIER GENRE.

### GOMME.

3099. La gomme est une substance diaphane, incolore quand elle est pure, légèrement jaunâtre quand elle est mêlée à des corps étrangers; soluble dans l'eau froide, et plus soluble encore dans l'eau chaude; insoluble et par conséquent coagulable par l'alcool, l'éther, les acides minéraux, les alcalis, et par toutes les substances inorganiques avides d'eau, et notamment par les sels de plomb; se transformant par l'action de l'acide sulfurique en sucre, par l'action de l'acide nitrique en acide oxalique, et quelques-unes en acides malique et mucique, sur la nature desquels nous allons nous expliquer. Mêlée, soit à du sucre, soit à du gluten, elle refuse de fermenter, à quelque température qu'on la laisse exposée, et quelle que soit la durée de l'expérience. Mêlée à des substances cristallisables, elle s'oppose d'autant plus à la cristallisation qu'elle entre dans le mélange en des proportions plus considérables. A l'état concret, elle a une cassure conchoïde, et se fendille comme l'albumine soluble (1501), exposée à l'air par couches minces. A une époque voisine de la dessiccation, elle est filante et poisseuse, comme toutes les substances organisatrices ou organisantes qui se dépouillent de leur dissolvant.

3100. L'analyse élémentaire (225), qui ne s'attache qu'à l'évaluation des produits gazeux, constate une identité complète de composition, entre la gomme, l'amidon (882) et le ligneux (1115), trois substances qui peuvent toutes être représentées par 43,76 de carbone, et 56,24 d'eau, enfin par une quantité variable de carbone et d'eau.

3101. La gomme existe chez les végétaux, soit dans les cellules ordinaires, soit dans les cellules longues et pseudo-vasculaires qui forment le réseau séveux des fruits ou du tronc; on l'obtient dans le laboratoire par la macération ou la décoction; le commerce la trouve toute concrétée sur les écorces qui se crevassent; car lorsqu'une solution de continuité vient intéresser les longues cellules qui élaborent la gomme, cette substance coule goutte à goutte par l'ouverture béante, et vient céder à l'air l'eau végétale qui la tenait en dissolution. Aussi ces grumeaux de gomme recueillis sur les *mimosa* et les amygdalacées, dont les écorces sont plus spécialement sujettes à ces accidents, offrent-ils une surface arrondie et mamelonnée.

3102. D'où il résulte que la gomme ne saurait jamais être considérée comme une substance pure de tout mélange, soit qu'on l'obtienne dans le laboratoire, soit qu'on la recueille dans les champs. Dans le premier cas, en effet, l'eau de la décoction ou de la macération se chargera, avec la gomme, de toutes les substances organiques ou inorganiques solubles, dont la manipulation aura mis à nu les cellules; et dans le second cas, ces substances s'écoulant par la même entaille qui donne issue à la gomme, viendront se mélanger à elle au contact de l'air. D'où il arrivera que la gomme provenant de tel végétal offrira aux réactifs des caractères différents de la gomme provenant de tel autre. Le chimiste fidèle aux errements de l'ancienne méthode verra, dans ces différentes réactions, l'indice de tout autant de substances différentes, qu'il qualifiera d'un nom spécial. Le chimiste, plus philosophe, se montrera conséquent dans la nomenclature, après s'être montré conséquent dans le système; et il cherchera à faire la part des mélanges, au lieu de les ériger en substances *sui generis*.

3103. Nous ne distinguerons donc qu'un seul genre de GOMME, une seule substance gommeuse, substance pour ainsi dire plastique de tous les tissus ligneux, la même chez tous les végétaux dans sa nature intime, et qui ne diffère que par des mélanges plus ou moins nombreux, par son association avec plus ou moins de parties aqueuses, et qui partant offre avec plus ou moins d'intensité les caractères d'un tissu qui s'organise (856). Ces différences, nous les traduirons par le titre d'ESPÈCES, que nous désignerons par les noms des plantes qui les fournissent plus spécialement au laboratoire ou au commerce.

3104. A ces doctrines toutes nouvelles, les chimistes universitaires opposaient, comme un argument irréfragable et comme une distinction que rien ne saurait effacer, la formation de l'acide MUCIQUE par l'acide nitrique, chez les gomme

analogues à celle que l'on désigne par le nom de *gomme arabique;* et l'absence complète de ce caractère chez les GOMMES obtenues par macération, et surtout chez la GOMME de la fécule. Il fallait voir de quel ton d'assurance on appuyait sur ce point dans les premiers moments de notre *hérésie*, qui depuis, et par la méthode académique, est devenue un article de foi. Nous répondîmes, à cette époque, que cette différence pouvait être rationnellement attribuée à l'une ou l'autre des substances mélangées avec la gomme arabique, plutôt qu'à la gomme arabique elle-même. Mais les académies ne se payent pas d'inductions rationnelles, pour détruire les inductions les plus irrationnelles; il leur faut des faits matériels qu'elles puissent non-seulement voir, mais encore toucher, comme tout autant d'espèces sonnantes; les académies n'acceptent que des valeurs de ce genre-là. Le public accepta pourtant l'induction, et nous nous mîmes à l'œuvre pour transformer l'induction en démonstration; le résultat auquel nous sommes parvenu est le même que nous avons obtenu dans une foule de circonstances : « on ne peut plus faire un pas dans la science qu'à reculons. » La distinction académique était fondée sur une erreur d'interprétation; et l'acide mucique était un double emploi, dont nous allons faire connaître l'origine.

3105. QU'EST-CE QUE L'ACIDE MUCIQUE (*)? L'acide MUCIQUE fut découvert par Schéele en 1780, en traitant par l'acide nitrique certaines substances, telles que la gomme arabique, la manne grasse, le sucre de lait, les gelées. Il le nomma acide *saccho-lactique* ou *sachlactique*, parce qu'il l'avait obtenu la première fois du *sucre de lait*. Ce n'était pas assez de ces deux noms pour le désigner; il fallut l'appeler *acide mucique,* lorsqu'on l'eut obtenu du mucilage (*mucus*).

3106. Pour se le procurer, on prend quatre parties d'acide nitrique et une partie en poudre de sucre de lait ou de gomme arabique; on soumet à un feu modéré ce mélange dans une cornue tubulée, et qui puisse transmettre les vapeurs de gaz nitreux dans un récipient. L'acide réagit vivement sur la substance; et lorsqu'il ne se dégage plus de gaz rutilants, et que l'effervescence a cessé presque entièrement, on retire du feu, et l'on trouve au fond du vase un précipité pulvérulent, blanchâtre, que l'on lave à l'eau pure, jusqu'à ce qu'à froid celle-ci ne donne plus aucun signe d'acidité. Cette poudre est l'acide mucique, substance insoluble dans l'eau froide, soluble dans soixante fois son poids d'eau bouillante, insoluble dans l'alcool. Sa dissolution, versée dans les eaux de chaux, de baryte, de strontiane, les précipite tout à coup; le précipité se redissout dans une nouvelle quantité d'acide en solution. Il trouble également les nitrates d'argent, de mercure, les nitrates, hydrochlorates et chlorures de plomb; mais il n'agit en aucune manière sur les sels d'alumine et de magnésie, sur les chlorures d'étain et de mercure, sur les sulfures de fer, de cuivre, de zinc et de manganèse. Il produit de l'acide oxalique par l'action de la potasse à 200°. Il rougit faiblement le tournesol. La saveur en est acide; il craque sous la dent; à la distillation, il gonfle, noircit, se décompose, et donne tous les produits des substances végétales que le feu désorganise; et puis un acide qui se sublime et que la méthode académique désigne sous le nom d'*acide pyromucique*. Laugier fit observer que l'acide mucique retiré de la gomme arabique renfermait toujours une certaine quantité de mucate et d'oxalate de chaux, dont, ajouta-t-il, on pouvait le dépouiller par une nouvelle dissolution dans l'acide nitrique faible, qui était censé enlever les sels calcaires et respecter l'acide mucique.

3107. Tels sont les caractères assignés par la chimie classique à l'acide mucique, et reproduits hardiment et sans le moindre doute, en 1835, par la nouvelle édition universitaire du *Traité de chimie* de Thénard, membre du conseil royal de l'Université (t. IV, p. 82). Discutons ces caractères.

3108. L'acide nitrique bouillant a la propriété de transformer en acide oxalique la portion organique du sucre de lait et de la gomme arabique. Mais l'acide oxalique a la propriété de former, avec la chaux qu'il enlève à tous les autres acides, un sel insoluble dans l'eau, que l'acide nitrique peut tenir en dissolution, quand celui-ci existe en quantité suffisante, et qu'il n'est pas décomposé. Or la gomme arabique renferme environ trois sur cent de cendres principalement calcaires. N'est-il pas évident que toutes ces cendres calcaires devront se transformer en oxalates, dans l'opération dont il est question? Or, dès que l'acide nitrique aura été entièrement décomposé ou évaporé, cet oxalate ne devra-t-il pas se précipiter, comme il se précipite, quand nous versons de l'oxalate d'ammoniaque dans une dissolution d'un sel calcaire? Mais ce précipité, produit spontanément dans une solution acide, ne devra-t-il pas conserver opiniâtrément des caractères aci-

(*) Voyez le *Réformateur*, n° 11, 19 octobre 1834, 5e col. du *Bulletin scientifique*.

des, en vertu de la réciprocité de réactions, dont nous nous sommes occupé au commencement de cet ouvrage (57)? S'il en est ainsi, votre acide mucique menace de n'être autre chose qu'un oxalate de chaux imprégné d'une plus ou moins grande quantité d'acide oxalique libre ou d'acide nitrique et nitreux, acides à la présence desquels cet oxalate de chaux sera redevable d'une certaine solubilité dans l'eau chaude; et dès ce moment, toutes les réactions attribuées à un acide *sui generis* s'expliquent, avec un incontestable succès, par la formation de notre oxalate de chaux acide. Tous les précipités, en effet, déterminés par une dissolution d'acide mucique, le sont également par un oxalate soluble avec excès d'acide oxalique; et l'acide mucique deviendra d'autant moins acide et d'autant plus oxalate de chaux neutre, qu'on le soumettra plus longtemps et plus souvent à des lavages à l'eau bouillante. Quant au lavage par l'acide nitrique faible, par lequel Laugier avait en vue de débarrasser l'acide mucique du mucate et de l'oxalate de chaux de surcroît, ce lavage ne servira qu'à diminuer la quantité d'oxalate acide, sans rien changer à ses caractères trompeurs; et par la combustion, circonstance à laquelle l'ancienne chimie n'a pas prêté la moindre attention, on obtiendra proportionnellement tout autant de cendres calcaires qu'auparavant. Cette induction est inexorable; il faut en admettre les conséquences ou tomber dans l'absurde. Elle pourrait se passer au besoin de la contre-épreuve de l'expérience. Mais nous n'avons pas omis ce dernier moyen de démonstration.

3109. Nous avons reproduit de toutes pièces de l'acide mucique, par le procédé de Schéele. Examiné au microscope, le précipité n'offrait que des cristallisations rongées sur les angles, comme le sont tous les cristaux imprégnés d'un acide libre, ou des parallélipipèdes offrant leur pyramide de champ, et ne dépasssant, ni les uns ni les autres, $\frac{1}{25}$ de millimètre en longueur. J'ai fait bouillir le premier précipité dans l'eau distillée, il s'y est redissous pendant l'ébullition; et par le refroidissement, j'ai obtenu de beaux cristaux ayant exactement les mêmes formes cristallines et les mêmes dimensions ($\frac{1}{32}$ en largeur sur $\frac{1}{6}$ en longueur) que les cristaux d'oxalate de chaux, que j'ai découverts pour la première fois, dans les tubercules d'iris de Florence, et que représentent, considérablement grossis, les fig. 7 et 8, pl. 8, c'est-à-dire des prismes rectangles, terminés en une pyramide à quatre faces par décroissement sur les angles, et offrant quelquefois, sur l'extrémité opposée à la pyramide, une échancrure qui est le clivage du cristal brisé dans sa longueur. Par l'incinération, ce précipité s'est transformé en carbonate calcaire, comme le fait l'oxalate de chaux.

3110. J'ai redissous le précipité dans l'acide nitrique étendu d'eau, ainsi que l'indiquait Laugier, et le précipité, que n'avait point attaqué la quantité de liquide employé, n'a jamais affecté d'autres caractères chimiques ou physiques que le précédent; en sorte qu'il est évident à mes yeux que Laugier n'a pas poussé fort loin son expérience, et qu'il a exprimé en cela un aperçu et non un résultat.

3111. Donc l'acide mucique des auteurs n'est que de l'oxalate de chaux, imprégné, et de l'acide qui a transformé en acide oxalique la substance organique, et d'acide oxalique lui-même. Donc il se produira de l'acide mucique, en traitant par l'acide nitrique toutes les substances organisées, organisatrices ou organisantes, qui seront mélangées à des sels calcaires. Donc en mélangeant à des sels calcaires les substances de ce genre les plus pures, le sucre de canne et la gomme d'amidon, on obtiendra, par ce traitement, de l'acide mucique de ces substances, qui, avant le mélange, n'en donnaient pas la moindre parcelle appréciable. C'est ce que j'ai fait et ce qui m'a parfaitement réussi. Le précipité s'est opéré en même temps et avec tous les caractères chimiques et physiques que par la gomme ordinaire. Il m'a suffi de soumettre à l'action de l'acide nitrique bouillant, un mélange d'une solution concentrée d'acétate de chaux et de sucre de canne ou d'amidon.

3112. Lorsque je dis oxalate de chaux, je ne prétendrai pas cependant affirmer qu'il n'y existe pas de tartrate de chaux, sel si voisin de l'oxalate par sa composition et par son mode de cristallisation. Mais avant de m'expliquer plus amplement à cet égard, je dois dire que j'ai observé en grande quantité des cristallisations lenticulaires, au lieu de cristallisations rectangulaires, toutes les fois que l'acide nitrique n'a pas été employé en assez grande quantité, pour transformer toute la substance organique en acide oxalique, et que la matière a conservé l'aspect filant du mucilage. Or, en nous occupant de l'analyse du suc de chara, nous aurons l'occasion de démontrer que cette cristallisation lenticulaire est celle du tartrate de potasse ou de chaux, qui cristallise dans un mélange d'acide acétique et d'albumine.

3113. Quant à la composition élémentaire (225) que l'analyse assigne au prétendu acide mucique, elle n'offre pas la moindre différence essentielle avec celle de l'acide tartrique, pourvu qu'on prenne les deux analyses dans le même auteur.

3114. Il n'existe donc plus de différence entre les gommes et les substances gommeuses ; car la seule à laquelle on fût en droit d'attacher quelque importance résidait dans la fausse interprétation d'un précipité.

3115. Nous allons les décrire comme ESPÈCES, en commençant par les moins mélangées, et finissant par celles qui sont plus près de s'organiser en tissus, et qui par conséquent sont plus riches en mélanges accessoires.

PREMIÈRE ESPÈCE.

## Gomme d'amidon (909).

3116. Si nous cherchons à évaluer les différences que la méthode ancienne établit entre la substance soluble de la fécule et la gomme arabique, prise comme type de toutes les autres gommes, nous trouverons qu'elles se réduisent aux deux suivantes : 1° l'iode colore en bleu la substance soluble de la fécule, et en jaune la gomme arabique ; 2° la gomme arabique fournit de l'acide mucique par l'acide nitrique, et la substance soluble de la fécule n'en produit pas. Or nous venons de démontrer que cette dernière phrase peut se traduire par celle-ci : La gomme arabique possède en abondance des sels calcaires, dont manque absolument la substance soluble de la fécule ; différence qui réside dans toute autre substance que la substance intime des deux gommes. Quant à la coloration en bleu par l'iode (947), c'est un caractère que nous retrouvons dans tant de substances différentes sous tous les autres rapports, qu'il ne saurait à lui seul constituer une différence entre deux substances identiques dans tout le reste de leurs propriétés ; l'analogie, en effet, indique que ce phénomène de coloration est dû à une substance étrangère, qui est mêlée accessoirement à la substance principale. Or, une fois ces deux caractères éliminés, la substance soluble de l'amidon est une gomme identique avec la gomme arabique, mais une gomme à l'état de la plus grande pureté possible en chimie organique. C'est elle que l'expérience doit soumettre de préférence aux essais, qui ont pour but de constater la composition intime des substances organiques.

On a signalé une autre différence entre l'amidon et la gomme arabique. L'acide sulfurique faible ne transforme pas en sucre la gomme d'amidon torréfié ; le sous-acétate de plomb, l'infusion de noix de galle ne la précipitent pas ; l'eau de baryte ne la trouble même pas. Cela est vrai de la fécule obtenue par torréfaction, et cela serait également vrai de la gomme arabique torréfiée. Mais cela n'est plus vrai de la gomme de fécule obtenue par le procédé de notre première découverte, par la séparation des téguments et de la substance soluble de la fécule. Or, avant de s'occuper de constater des caractères distinctifs, il faut avoir soin de placer les substances dans les mêmes conditions. La substance soluble de la fécule offre tous les caractères essentiels d'une dissolution de gomme ; et quant aux différences que présente la dissolution de l'amidon préalablement torréfié, nous les retrouvons toutes dans la dissolution de gomme torréfiée au même degré et en même quantité.

3117. On obtient la substance soluble de la fécule, en faisant bouillir de la fécule de pomme de terre, ou toute autre fécule pure de tout mélange, dans une quantité d'eau telle que la fécule ne se prenne pas en empois (une partie en volume de fécule dans vingt parties d'eau pure environ). On retire du feu au bout de quelques minutes ; on jette le liquide dans un vase cylindrique vertical, long et d'un faible diamètre, muni d'une tubulure vers la base, à une hauteur indiquée par la quantité sur laquelle on opère. Lorsque par le refroidissement tous les téguments se sont tassés au fond du vase, on fait écouler la portion limpide du liquide en ouvrant le robinet de la tubulure ; on fait évaporer sur des vases plats, ou par évaporation spontanée à l'air atmosphérique, ou bien à la machine pneumatique ; et on obtient une gomme d'autant plus blanche que le degré de chaleur a été moins élevé, et qui peut être substituée avec avantage à la gomme arabique ou du pays, dans une foule de circonstances, où celles-ci contrarient le succès d'une opération, par la surabondance de leurs impuretés ou de leurs sels terreux.

3118. On pourrait séparer également par le filtre les téguments de la substance soluble. Mais les téguments passeraient en grand nombre à travers les filtres les plus fins ; et à un certain degré de finesse, les téguments finiraient par obstruer les pores du filtre. En sorte, que dans les opérations en grand, ce procédé présenterait moins d'avantage et se prêterait à moins de précision que le premier.

DEUXIÈME ESPÈCE.

Gomme artificielle.

3119. Le ligneux (1106) qui forme les parois de toute cellule végétale rigide, étant une combinaison progressive de gomme ou élément organique d'un côté, et de bases de l'autre; de même qu'on obtient à part les bases terreuses, en éliminant par le feu l'élément organique sous forme gazeuse; de même on peut obtenir à part l'élément organique sous forme gommeuse, en s'emparant, au moyen d'un acide puissant, de la portion de base qui servait à lui donner la consistance et la rigidité d'un tissu. On obtient ce résultat en traitant les chiffons de toile par l'acide sulfurique concentré à la température ordinaire, saturant par la craie et filtrant. Nous avons déjà exposé les détails et la théorie du procédé (1161).

TROISIÈME ESPÈCE.

Gomme arabique.

3120. Cette gomme découle de l'écorce crevassée des acacias du Levant (*acacia vera*), des acacias d'Arabie (*acacia arabica*), de l'acacia du Sénégal (*acacia senegal* et *verek*), etc., sur lesquels on la recueille concrétée en mamelons arrondis, chagrinés à la surface, durs et cassants, à cassure conchoïde, d'une couleur blanche par réflexion, et légèrement jaunâtre par réfraction, d'une transparence qui le dispute à celle du *mica*. Sa pesanteur spécifique varie de 1,31 à 1,48, selon les saisons et selon les circonstances atmosphériques, sous l'influence desquelles elle a été recueillie; c'est-à-dire selon qu'elle a été plus ou moins séchée au soleil, et qu'elle est encore plus ou moins imbibée de l'eau de végétation. Elle se dissout lentement dans l'eau, et en passant par tous les états des tissus commençants : d'abord poisseuse, puis filante, puis sirupeuse, et enfin rendant l'eau opaline. Mais elle se dissout plus rapidement dans l'eau bouillante; en refroidissant elle laisse déposer une foule de débris ligneux, et même des grains de sable, qu'il aurait été impossible de distinguer avant la dissolution, dans sa substance, même en l'examinant à travers jour. Ce sont des corps étrangers que l'agitation de l'air attache à chacune des couches qui se forment, lorsqu'elles sont encore à l'état sirupeux, et qui finissent par être si bien emprisonnés dans la gomme, qu'il ne reste plus autour de ces corps aucune lacune capable de dévier d'une manière opaque (577) les rayons lumineux. Mais outre ces détritus, visibles à l'œil nu, et qui doivent changer de nature, selon les régions et les expositions, la gomme laisse en suspension dans l'eau une quantité innombrable de débris de tissus de microscopique dimension, qui passent à travers le filtre, rendent l'eau opaline, et s'opposent à toute espèce de clarification du sirop de gomme, par les procédés ordinaires (1544). Le seul moyen de clarification est d'exposer brusquement la dissolution gommeuse à une température plus basse, qui, en contractant le volume de ces petits corps, en augmente la densité, et les précipite du liquide. Une solution qui renferme environ 20 sur 100 de gomme arabique, ne passe plus à travers le filtre de papier (810).

3121. La gomme arabique n'est ni acide ni alcaline, et cependant, par la distillation sèche, elle dégage force produits ammoniacaux (840); donc l'ammoniaque y existe à l'état de sel. Par l'incinération (263) elle donne 3 environ de cendres sur 100; et les cendres sont formées principalement de carbonate de chaux, et d'une légère quantité de phosphate de chaux et de fer. Mais pourtant la dissolution gommeuse ne fait pas la moindre effervescence par les acides; donc la chaux n'y existe pas à l'état de carbonate; donc le carbonate est le produit de l'incinération. D'un autre côté, si l'on précipite une dissolution filtrée de gomme arabique, par l'acide oxalique, jusqu'à ce que le réactif ne détermine plus le moindre louche dans le liquide, que l'on décante le liquide, qu'on l'évapore et qu'on l'incinère, on trouvera encore de la chaux dans les cendres, que l'acide oxalique sera dès lors en état de précipiter. Donc cette portion de chaux, d'abord rebelle à l'action de l'acide oxalique, existait dans un état de combinaison intime avec la substance même de la gomme arabique, elle formait la base d'un tissu commençant (833). Mais quant à l'autre portion que l'acide oxalique ou l'oxalate d'ammoniaque précipitait de la dissolution gommeuse, ou bien elle y existe à l'état de base non intimement encore combinée avec la gomme, ou bien à l'état de sel à acide végétal. Vauquelin pensait que cet acide était de l'acide acétique ou malique; mais l'acide sulfurique devrait, dans ce cas, dégager de la gomme une odeur acétique.

3122. Lorsqu'on mêle ensemble de la gomme arabique avec de l'acide phosphorique et de l'ammoniaque, ou même de l'acide phosphorique seul, il s'en dégage une forte odeur d'acide prussique. Si, après avoir précipité avec l'acide oxalique

toute la chaux qui est susceptible de l'être dans une solution de gomme arabique, on décante, qu'on sature l'excès d'acide par de l'ammoniaque, et qu'on évapore jusqu'à consistance sirupeuse, il se dégage une odeur extrêmement prononcée de colle forte échauffée; or qu'a-t-on ajouté à la gomme pour lui communiquer cette odeur animale? un sel à base d'ammoniaque; on a fait une substance animale, en associant la substance végétale à une certaine quantité d'ammoniaque 843). La dissolution gommeuse, pure de toute réaction, a une saveur fade et calcaire; elle répand en brûlant une odeur de caramel; par le grillage, elle devient plus vite soluble dans l'eau, de même que par la pulvérisation. La pulvérisation met la même quantité en contact avec le liquide, par un plus grand nombre de surfaces. Le grillage pulvérise aussi, mais il agit surtout en détruisant la cohésion des tissus qui commencent à s'organiser, et en rendant la masse plus perméable au liquide.

3123. Mais puisque la gomme renferme tant de substances étrangères à son organisation, il serait absurde de ne pas en tenir compte, dans l'interprétation des phénomènes qu'elle offre au contact des réactifs, et d'attribuer à la gomme elle-même, des caractères qui peuvent venir de tant de choses qui se trouvent associées avec elle. Il est un moyen de démontrer que ces réactions ne sont pas le fait de la gomme elle-même; c'est qu'elles ne se représentent plus, sur les gommes que l'on est en droit de considérer comme les plus pures de toutes, par exemple sur la gomme d'amidon. La nouvelle méthode est appelée à faire, un jour, la part de toutes ces réactions avec la plus sévère exactitude; c'est avec toutes ces réserves que nous mentionnerons les réactions suivantes. La gomme arabique est, comme l'amidon, coagulée par le borax, la potasse caustique (50), les acides concentrés; et ce coagulum, lorsqu'il n'a pas été traité trop longtemps par la chaleur, se redissout dans les acides et le bitartrate de potasse; elle est précipitée par le sulfate de fer en un magma orange insoluble dans l'eau froide, soluble dans l'acide acétique et dans la potasse; en brun par le chlorure de fer; enfin par le nitrate de mercure et le silicate de potasse; et surtout par les sels solubles de plomb, le sous-acétate ou le sous-nitrate; le dépôt est blanc et composé de 61 de gomme environ et de 38 d'oxyde de plomb, d'après les chimistes; mais il est possible que le plomb s'oxyde pendant l'incinération, au moyen de laquelle on cherche à éliminer la matière organique, et que le précipité ne soit qu'un pseudo-tissu ayant pour base le plomb (856). L'acide sulfurique non concentré la colore de plus en plus, depuis la couleur brique jusqu'au brun et au noir jais; l'acide très-concentré la respecte comme toute autre substance; à chaud, l'acide sulfurique faible réagit sur la gomme comme sur le ligneux (1160), et la transforme en sucre de raisin.

3124. La gomme exerce, sur la cristallisation du phosphate de chaux, une influence propre à expliquer comment il se fait que le phosphate de chaux, qui se précipite à l'état amorphe dans nos réactions de laboratoire, se trouve cristallisé d'une manière si régulière dans les tissus végétaux. Ayant déposé, un jour, du carbonate de chaux, du bicarbonate de soude et de l'acide phosphorique en excès, dans une dissolution de gomme arabique, à l'instant où je versais, dans le mélange, de l'ammoniaque, pour saturer l'excès d'acide phosphorique, il se forma un précipité cristallin de phosphate de chaux, dont les formes, examinées au microscope, étaient entièrement identiques avec celles qu'affecte le phosphate de chaux que je venais de déterminer chez une foule de végétaux, et dont nous nous occuperons plus spécialement dans la dernière classe de ce système.

3125. Les chimistes ont trouvé que 100 de gomme traitée par l'acide nitrique, donne 16 à 20 d'acide mucique; ce qui est conforme à la formule, en admettant que ce prétendu acide n'est que de l'oxalate de chaux, qui, en cristallisant, s'associe plus ou moins intimement à de l'eau, de l'acide oxalique libre et surtout de l'acide nitrique. Mais le chiffre variera d'autant plus qu'on cherchera à obtenir le prétendu acide à l'état de la plus grande pureté, au moyen de fréquents lavages à l'eau pure.

3126. L'analyse élémentaire de la gomme arabique présente la composition suivante :

| | | | Carbone. | Oxygène. | Hydrogène. | Azote. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Gay-Lussac | (228) | | 42,23 | 50,84 | 6,93 | |
| Berzélius. | (258) | | 42,68 | 50,95 | 6,37 | |
| | | | 41,90 | 51,30 | 6,80 | |
| Saussure. | (242) | | 45,84 | 48,26 | 5,46 | 0,44 |
| Proust..... | (803) | (*) | 36,30 | 56,63 | 7,07 | |
| | | (**) | 41,40 | 52,09 | 6,51 | |
| | | | | eau. | | |

(*) Analysée en poudre et sans avoir été exposée à l'étuve.

(**) Après avoir été exposée à une température de 95 à 100° pendant plus de 20 heures; elle avait perdu 12,4. A une température de 150 à 160°, elle prend en six heures une couleur brune de plus en plus foncée.

Nombres d'après lesquels la manière de calculer de la théorie atomistique trouverait, à la faveur du jeu d'esprit dont nous avons fait pressentir la futilité (803), que la gomme peut être représentée par les formules suivantes : $C^{13}\ H^{12}\ O^{6}$, $C^{12}\ H^{10}\ O^{5}$, $C^{11}\ H^{8}\ O4$, $C^{9}\ H^{12}\ O^{6}$, en réformant le calcul par l'interprétation, et donnant le coup de pouce à l'un et à l'autre (*).

3127. Gay-Lussac a tenu compte de la quantité des sels terreux que la gomme arabique renferme. Berzélius a opéré sur la gomme précipitée par l'oxyde de plomb, gomme qu'il regarde comme pure de tout mélange. Mais ni l'un ni l'autre n'ont eu l'occasion de constater un dégagement d'azote; Saussure est le seul qui mentionne cette substance, et en bien faible quantité. Ces analyses sont donc en défaut ; car la gomme renferme en abondance des sels ammoniacaux. Ensuite, la gomme renferme des sels terreux à acide végétal ; il est évident qu'à l'insu de l'analyste, les produits de ces acides se sont réunis, sous le récipient, aux produits spéciaux de la gomme arabique elle-même. Mais ce que nous avons moins de facilité à nous expliquer, c'est qu'en procédant d'une manière diamétralement opposée à celle de Gay-Lussac, Berzélius se soit pourtant rencontré de si près avec ce dernier chimiste. Les deux analyses de Proust nous indiquent cependant suffisamment combien les résultats varient, selon que l'on opère sur une gomme soumise préalablement à des procédés divers. Dans la première de ses analyses en date, Berzélius se rapprochait moins des résultats de Gay-Lussac que dans la seconde; n'y aurait-il pas un peu de bonne volonté dans cette concordance? Dans notre *Essai de chimie microscopique*, nous avions posé en fait que l'analyse de la gomme, exécutée d'après les procédés anciens, ne présenterait jamais les mêmes nombres à deux auteurs différents, ni au même auteur. Guérin-Vary (**) s'est chargé de nous en fournir un malheureux exemple dans un travail hérissé d'analyses d'une substance tant de fois analysée. Ce sont là de ces travaux d'autant plus nuisibles aux progrès de la science, qu'ils s'offrent sur le papier avec la plus grande apparence de précision. Que penser d'une méthode qui trouve que les gommes les plus identiques diffèrent entre elles, en ce que le gomme du Sénégal possède, sur 100, 43,59 de carbone; celle de cerisier, 43,69; celle de l'abricotier, 44,03; celle du prunier, 44,56; celle du pêcher, 43,17; celle de l'amandier, 43,79; et cela quand on voit la gomme arabique offrir à Berzélius, tantôt 41, tantôt 42 de carbone, à Saussure 45, et à Proust 36 et 41? Nous ne ferions pas mention de ces laborieuses superfluités, si elles n'étaient pas le fruit des influences universitaires. Mais que voulez-vous? quand on signale, à nos grands corps composés de juges savants en dernier ressort, un vice de la méthode, un faux pas de l'observation; au lieu d'éviter le piége, ils vous répondent en s'y ruant de plus belle ; au lieu d'y glisser, ils y font la culbute; c'est convenu.

3128. Complétons la citation ; nous nous sommes élevé assez haut contre ces dénominations en *ine* imposées à des mélanges; l'Université nous répond en changeant le mot de *gomme arabique* en celui d'*arabine;* vous vous plaignez d'en avoir un, on vous en donne quatre. En quoi l'*arabine* diffère-t-elle de la gomme arabique? En ce que, vous dit gravement Thénard, sur la parole de Chevreul (qui est l'auteur de ces culpabilités en *ine*, que nous appellerions, par la même raison, *culpabilines*, si nous avions le droit universitaire) ; c'est que l'*arabine* compose presque entièrement la gomme arabique et la gomme du Sénégal. C'est la gomme moins les cendres, c'est-à-dire, c'est la gomme moins ce qu'elle n'est pas !

QUATRIÈME ESPÈCE.

### Gomme du pays.

3129. On la trouve en larmes plus ou moins visqueuses, selon les saisons, et souvent de la grosseur d'une noisette ou bien d'un chaton de noisettes, non-seulement sur les crevasses des écorces de nos amygdalacées, et même de nos pomacées, mais encore sur le brou du péricarpe de leur fruit. L'écoulement en est si abondant sur certains troncs, que l'arbre ne tarde pas à donner des signes de décadence; et les jardiniers, prenant l'effet pour la cause, ont donné le nom de *gomme* à la maladie qui déchire de la sorte les longues cellules gommeuses. Le seul remède qu'ils trouvent à cette hémorragie, est d'amputer jusqu'au vif la plaie qui suinte la gomme, et de la recouvrir d'un mélange capable de soustraire la

(*) Berzélius admet la formule suivante $C^{13}H^{24}O^{12}$. Mais la plus curieuse des inductions que lui ait fournies ce genre de calcul, c'est que le poids de l'atome de la gomme arabique s'élèverait au chiffre énorme de 2343,53, en sorte que l'atome de la gomme serait deux fois plus pesant que l'atome de plomb! une théorie qui arrive à de pareils résultats, perd évidemment le droit de représenter la nature.

(**) *Annal. de chimie et de physique*, t. XLIX, p. 248, 1831.

substance amputée à l'influence du hâle et de l'air ; on a substitué aujourd'hui un mélange de cire et de térébenthine au mélange rustique d'argile et de *bouse de vache*, que les jardiniers désignaient sous le nom d'*onguent de Saint-Fiacre*, ce qui avait le double mérite de coûter moins cher, et de replacer la portion dénudée du tronc dans des conditions favorables au développement des tissus radiculaires. Mais l'agronomie se croit plus savante que la routine, par cela seul qu'elle se tient les mains plus propres.

3130. La gomme du pays découlant du tronc des amygdalacées doit offrir des réactions (3102) tout autres que la gomme arabique qui découle du tronc des mimosées. Elle en diffère par ses mélanges. Sous le rapport de la solubilité et de la viscosité, la gomme qui se concrète sur les troncs d'arbres de nos climats septentrionaux, doit différer de la gomme qui se concrète sur les troncs d'arbres de la zone torride, comme la même espèce de gomme diffère d'elle-même, sous ce rapport, lorsqu'elle a été soumise à la torréfaction. De là vient que nos gommes du pays sont moins cassantes, plus molles, plus visqueuses, et solubles en moins grande quantité que les gommes arabiques du Levant ou du Sénégal. La portion qui se dissout dans l'eau, nos chimistes la nomment *arabine*, et celle qui reste visqueuse et gluante, ils la nomment *cérasine ;* d'aucuns vont même à distinguer une *prunine ;* et nous ne savons pas pourquoi ils n'admettent pas, au même prix, une *amygdaline*, une *abricotine*, une *persicine ;* car nous sommes sûr qu'avec un peu de complaisance, ils trouveront, sous ce rapport, des caractères particuliers à la gomme d'amandier, à la gomme d'abricotier, et à celle du pêcher. Pour nous, nous sommes fatigué de rire, en les voyant ordonner qu'on apprenne aux élèves que la gomme de cerisier, par exemple, renferme 52,10 d'arabine, 34,90 de cérasine (ni plus ni moins, pas une décimale de plus ou de moins), 12,00 d'eau, et 1 de matières salines ; enfin, ce qui est encore plus curieux que tout le reste, que l'*arabine est isomérique avec la cérasine*. Changez *isomérique* en *identique*, et n'en parlons plus.

3131. La gomme, étant un tissu rudimentaire, doit offrir une série indéfinie de degrés sous le rapport de sa solubilité dans l'eau, depuis l'état liquide jusqu'à l'état gluant ; donnez un nom à chaque grain de sable, vous pourrez dès lors être en état de donner un nom à chacun de ces degrés.

3132. La gomme du pays est employée par l'industrie à une foule d'usages, où elle remplace avantageusement, à cause de son bas prix, la gomme arabique ; elle sert à tenir en suspension les matières colorantes d'une densité plus grande que celle de l'eau ordinaire, à faire de l'encre et des laques. Elle renferme de l'acide gallique, qui la rend astringente, des traces d'acide prussique, qui se décèle à l'odorat. Sa viscosité fait que l'alcool ne la précipite pas en entier, et que l'acétate de plomb ne la précipite qu'au bout de vingt-quatre heures ; car les réactifs ne précipitent que les substances avec lesquelles ils peuvent se mettre en contact, et partant que les substances dissoutes. C'est ce qui fait encore que cette gomme n'est troublée ni par les sels de fer, ni par le silicate de potasse, ni par le nitrate de mercure, ni par la noix de galle, et qu'elle est coagulée par le chlorure d'étain. Les chimistes qui ont constaté ces résultats négatifs n'auront pas attendu, pour se livrer à leurs essais, que la gomme du pays se soit placée dans les mêmes circonstances que la gomme arabique. En effet, desséchez la gomme du pays pendant six heures à une température de 100° ; pulvérisez-la ensuite, et faites-la dissoudre dans l'eau chaude ; elle vous donnera, avec les réactifs précédents, les mêmes précipités que la gomme arabique.

### CINQUIÈME ESPÈCE.

MUCILAGE ou mélange de gomme et d'une immense quantité de tissus ligneux ou glutineux (BASSORINE Vauquelin : DRAGANTINE, ou gomme adragant ; MUCILAGE VÉGÉTAL).

3133. Nous avons vu (1264) que le gluten est susceptible de s'imbiber d'eau d'une manière presque illimitée, et qu'il devient même soluble dans l'eau et l'alcool, à l'aide d'un acide ou d'un alcali. Nous avons suffisamment établi (1106) qu'avant d'arriver à l'état ligneux, les tissus passent par toutes les nuances de ductilité et de viscosité imaginables, à partir de l'état d'une apparente dissolution. Tout tissu commence par être gomme, et la gomme est par conséquent emprisonnée dans toute espèce de cellules où s'élaborent de nouveaux tissus. Celle qui coule des écorces qui se crevassent, se trouvait renfermée dans les longues cellules qui s'élèvent de la base au sommet du tronc, cellules qu'on a improprement nommées *vaisseaux*. Nous verrons plus bas que, chez certaines plantes, ces vaisseaux renferment en outre du gluten ou albumine végétale en dissolution et en suspension.

3134. Il est donc évident que, dans beaucoup de cas, la gomme qui s'écoule des écorces, rencontrera sur son passage des tissus plus âgés qu'elle, et des liquides glutineux, des cellules même et de l'amidon, qu'elle emprisonnera dans sa substance desséchée. Mais ce mélange aura lieu avec plus de variété encore lorsqu'on extraira la gomme par la macération ; le râpage, en effet, éventrant un plus grand nombre de cellules, mettra en contact avec le même liquide un plus grand nombre de substances diverses à la fois. Or, si le chimiste ne demande pas à la physiologie les moyens de faire la part de toutes ces circonstances, il sera exposé à voir dans ce mélange une substance *sui generis*, à la faveur des caractères des éléments qui le composent.

3135. C'est à l'absence de cette méthode que nous sommes redevables des dénominations spécifiques qu'on a données à la gomme *bassora* et à la gomme *adragante* (*bassorine* et *dragantine*), etc.

3136. GOMME ADRAGANT OU ADRAGANTE. — Elle découle du tronc d'un arbuste de l'île de Crête et de l'Archipel (*astragalus tragacantha, creticus* et *gummifer*) sous forme de petits rubans vermiculés, d'un blanc rougeâtre. Dans l'eau, elle se gonfle et acquiert un volume 100 fois plus grand; bouillie dans l'eau, elle forme empois ; et au bout d'un quart d'heure d'ébullition, si on la laisse refroidir, elle se divise en deux portions, l'une qui se précipite, comme le font les téguments de la fécule, et se tasse au fond du vase ; et l'autre qui est limpide et renferme une gomme absolument semblable, par toutes ses propriétés, avec la gomme arabique (3120). Quelques fabricants de produits chimiques vendaient le précipité bien lavé, sous le nom de *dragantine*, et en cela ils étaient plus conséquents que les chimistes théoriciens. Mais lorsque nous entreprîmes l'étude physiologique de la chimie organique, en 1827 (*), il nous fut facile de démontrer que cette prétendue substance immédiate ne se composait que de tissus cellulaires de divers diamètres et de diverse ductilité, parmi lesquels on distinguait, même avant toute coloration par l'iode, de beaux grains de fécule (885) analogues à ceux de la pomme de terre (**). Ces faits expliquent très-bien le caractère spécial de la gomme adragante. Les tissus du végétal ont été entraînés en grand nombre par la gomme qui s'écoule de ses crevasses. La gomme se trouve emprisonnée entre leurs lamelles et même dans leurs mailles ; elle prend en se desséchant la forme tortillée que ses rubans affectent ; car tout tissu végétal se tortille en se desséchant. Lorsque vous déposez cette substance dans l'eau froide, elle s'y imbibe, et les tissus tendent à s'écarter les uns des autres en s'imbibant ; c'est ce qui arrive au marc passé à la presse et desséché à l'air, que l'on dépose ensuite dans l'eau. La gomme adragante se gonflera donc dans l'eau froide, qui s'emparera à la longue de la gomme soluble et désagglutinera les tissus, de telle sorte que la moindre agitation suffira pour les faire monter en suspension. Mais cette action de l'eau sera d'autant plus rapide, que la température sera plus élevée; aussi, dans l'eau bouillante, ces effets seront-ils presque instantanés ; mais alors la gomme obtenue par filtration ou par décantation bleuira avec la solution d'iode.

3137. Hermann, qui n'était pas averti de ces choses, a fait l'analyse élémentaire de la gomme adragante, et il l'a trouvée composée de :

| Carbone. | Oxygène. | Hydrogène. |
|---|---|---|
| 40,50 | 52,89 | 6,61 |

Mais Berzélius, qui était averti, a eu tort de chercher à donner une formule atomistique à ces résultats, en nous représentant un mélange de tant de choses hétérogènes, comme une substance immédiate, composée de 10 atomes de carbone, de 20 atomes d'oxygène et de 10 atomes d'hydrogène $= C^{10} O^{20} H^{10}$.

Guérin-Vary a renchéri sur cette inconséquence, en faisant scrupuleusement l'analyse de la substance insoluble d'une part et de la substance soluble de l'autre ; et il a cru trouver ces deux portions variables du mélange gommeux composées ainsi qu'il suit :

| | Carbone. | Oxygène. | Hydrogène. |
|---|---|---|---|
| Substance soluble. | 43,46 | 50,28 | 6,26 |
| Substance insoluble. | 35,79 | 57,10 | 7,11 |

(*) *Bulletin des sciences physiques, chimiques et mathématiques*, 1re section du *Bulletin universel*.

(**) Nous lisons dans la nouvelle édition du *Traité de chimie* de Thénard (p. 331, t. IV) : « L'on peut encore examiner la gomme adragant au microscope, et l'on verra deux sortes de grains, les uns arrondis, d'autres beaucoup plus gros, beaucoup plus nombreux et de forme *oblique !* Les premiers sont formés d'amidon, et les autres de gomme pure. » Les membres du conseil royal de l'université peuvent bien défendre aux rédacteurs de leurs ouvrages universitaires de citer certains noms; mais la défense ne devrait pas impliquer la condition d'altérer leurs recherches. La gomme, substance soluble, ne se présente pas au microscope sous forme de globules; ne prenez pas les bosselures (582) des tissus pour des globules, et encore moins pour des globules de gomme.

Ce qui donnerait pour la gomme adragante intègre :

| Carbone. | Oxygène. | Hydrogène. |
| --- | --- | --- |
| $\frac{79,25}{2}=39,625$ | $\frac{107,38}{2}=53,690$ | $\frac{13,37}{2}=6,685$ |

Ce résultat se rapproche, il est vrai, de celui d'Hermann, chose qu'il est très-facile d'arranger avec la plume; mais l'analyse de la portion insoluble est certainement erronée; elle devrait se rapprocher de celle du ligneux (1115), dont le carbone s'élève de 49 à 52.

3138. Ces analyses ne mentionnent pas l'azote, quoique la gomme adragante, ainsi que la suivante, renferment en quantité appréciable des combinaisons ammoniacales qui se décèlent à la combustion.

3139. Gomme de bassora. — Elle présente les mêmes phénomènes d'imbibition et de dissolution que la gomme adragante. Aussi a-t-elle fourni à la nomenclature le nom de bassorine, au même titre que la gomme adragante avait fourni celui de dragantine. La bassorine est le mélange insoluble des tissus de la gomme bassora. La gomme bassora est en morceaux d'un blanc légèrement jaunâtre, qui offrent des cavités et des excroissances mamelonnées, des aplatissements et des sillons plus ou moins profonds. La densité serait, dit-on, de 1,359, celle de la gomme adragante étant 1,384.

3140. Mucilage. — C'est le mélange gommeux le plus compliqué de tous; il offre les caractères les plus divers, selon qu'on l'extrait de telle plutôt que de telle autre plante. On l'obtient par macération ou par décoction (29,32). Il est toujours acide avec plus ou moins d'intensité; et c'est une circonstance essentielle dans laquelle réside la cause de toutes les différences que le mucilage présente par rapport aux gommes. Car cet acide, qui est presque toujours l'acide acétique, a la propriété de rendre solubles et les tissus glutineux, et les huiles et les résines. Or toutes ces substances existent à la fois avec la gomme dans les substances que l'on soumet à la macération; elles y existent séparées et emprisonnées chacune dans un organe distinct; elles sont mises en présence par le râpage; et en se mêlant, elles se communiquent et confondent dans une commune solubilité, tous les caractères qui les distingueraient isolées. De là vient que la décoction ne fournit pas un liquide tout à fait identique à celui qui provient de la macération; car, par l'ébullition, l'acide acétique qui rendait le gluten et l'huile solubles se dégage, et abandonne ces deux substances à leur insolubilité, sous forme d'un coagulum albumineux, qui vient se réunir à la surface, sans parler ici des sels insolubles dans l'eau pure, qui se précipitent par suite de l'évaporation de leur menstrue.

3141. On extrait le mucilage de la graine de lin et des pepins de coings par la macération ou par l'ébullition; on passe à la passoire. Le mucilage sort par le *hile* de la graine (2071). Le mucilage du macis (arille de la noix muscade) renferme, comme celui des lichens (1037), de l'amidon soluble. Le mucilage du salep est riche en globules de fécule (1033), que l'ébullition fait éclater. Les pétales des fleurs donnent à froid un mucilage filant, dont les réactions varient à l'infini, selon les espèces de plantes. Enfin la matière saccharine abonde dans le mucilage des racines pivotantes.

3142. Le mot de *mucilage* est donc, non pas une dénomination spécifique, mais une expression elliptique qui tient lieu d'une périphrase.

*Usages de la gomme.*

3143. On se sert de la gomme arabique pour donner du lustre aux étoffes de soie ou autres tissus, du luisant aux couleurs sur papier, pour tenir en suspension les matières colorantes et en former des laques et pour les fixer sur les surfaces. On se sert de la gomme du pays pour les usages les plus grossiers et pour l'encre à écrire. La gomme a le défaut de se fendiller, lorsqu'elle entre en trop grande proportion dans un enduit; on obvie à cet inconvénient, en la mélangeant à un savonule de térébenthine, ou bien à une certaine quantité d'alun, de potasse et de colophane bouillies ensemble.

3144. On emploie la gomme arabique en médecine, comme moyen antiphlogistique, dans la diète, contre les gastrites et entérites. On a tort de recommander à Paris le sirop de gomme; car la plupart des pharmaciens ont l'indélicatesse de le fabriquer avec de la cassonade seule, ce qui ne remplit aucune des conditions thérapeutiques de la gomme. Le sirop de cassonade est d'une grande limpidité, tandis que le sirop de gomme offre toujours un aspect louche. Comme la gomme fond lentement dans l'eau froide, on la fait bouillir dans 10 fois son volume d'eau, en ayant soin de ne la jeter dans l'eau qu'à l'instant de l'ébulli-

tion, et de remuer quelque temps la masse, pour que la gomme ne s'attache pas au fond du vase, où une partie se décomposerait. On mêle ensuite cette dissolution à une quantité de beau sucre égale à la quantité de gomme employée; on fait bouillir le mélange jusqu'à consistance sirupeuse, et l'on est sûr ainsi d'avoir un sirop de gomme de bonne qualité pour les besoins imprévus.

3145. La gomme que l'on mange en morceaux agit souvent d'une manière toute contraire à la gomme que l'on prend en breuvage; elle échauffe au lieu de calmer; elle dessèche les tissus au lieu de les humecter et de les rafraîchir; car la gomme, ainsi que le sucre, étant avide d'eau, s'en sature aux dépens de l'estomac, quand elle n'y entre pas déjà saturée d'avance. N'oubliez pas cette distinction dans les prescriptions médicales. L'eau sucrée rafraîchit; les sucreries des confiseurs échauffent; il en est de même de la gomme. Mais n'allez pas cependant augmenter tellement la dose de l'eau que la gomme s'y trouve en quantité inappréciable au goût; vous n'agiriez pas autrement qu'avec de l'eau pure. Il est des cas où le sirop pur produit plus de soulagement qu'étendu de deux ou trois fois son volume. C'est au malade à décider la question, d'après les règles de son hygiène spéciale.

3146. La gomme agit-elle par ses sels terreux ou par son élément organique? combat-elle l'inflammation en saturant des bases ou des acides, produits d'une élaboration anomale? ou bien, par sa nature non fermentescible, suspend-elle toute élaboration stomacale, et condamne-t-elle ainsi au repos un organe animé tout à coup d'une activité dévorante? ou bien enfin agit-elle à la manière d'une couche isolante, et calme-t-elle en recouvrant les parois stomacales d'un enduit, qui supprime tout contact de l'organe avec le bol alimentaire ou le résidu anomal de la digestion? Celui qui résoudrait l'une quelconque de ces questions, non-seulement les résoudrait toutes, mais aurait peut-être résolu du même coup le problème de la vie.

3147. Le mucilage de la graine de lin s'emploie en médecine en cataplasmes émollients, en lavements; mais il faut avoir soin de ne se servir que de la graine de lin conservée dans des bocaux fermés et à l'abri de l'humidité. On fait des loochs et des pastilles avec le mucilage de la gomme adragante. En thérapeutique, il ne faut pas perdre de vue que le mucilage et les diverses gommes étant des mélanges assez compliqués de substances diverses, on ne doit pas admettre *à priori* que telle espèce puisse être le succédané de telle autre; c'est à l'expérience directe à le décider.

---

DEUXIÈME GENRE.

## SUCRE.

3148. Le sucre est une substance cristallisable presque aussi répandue, dans l'organisation, que la gomme, dont il possède à peu près la composition élémentaire. Il en diffère par une saveur caractéristique des plus agréables, par sa solubilité dans l'alcool non concentré et dans l'eau, et par la propriété de fermenter, lorsqu'il est mêlé, dissous dans l'eau, à du gluten (1226) ou à des substances albumineuses (1496). Les circonstances encore indéterminées qui s'opposent à la cristallisation de la portion saccharine d'un suc, paralysent en même temps sa propriété fermentescible. L'acide nitrique transforme le sucre en acide oxalique, mais non en acide mucique (3111), à moins qu'il soit mélangé à un sel calcaire.

3149. Le sucre est inaltérable à l'état sec et même dans un air humide; dissous dans l'eau, il se décompose par l'influence de l'air et de la lumière, et il donne lieu à la formation de produits cryptogamiques, tels que la moisissure; il sucre moins, après avoir été concassé ou trituré.

3150. Exposé à la chaleur, il fond, se décompose en répandant une odeur de *caramel*. Lorsqu'il est concentré, une chaleur de 100° suffit, au bout d'un certain temps, pour le rendre incristallisable. Un alcali le dépouille aussi de la faculté de cristalliser, mais alors l'emploi d'un acide la lui rend.

3151. Le protoxyde de plomb se dissout d'abord, à l'aide de la chaleur, dans une solution de sucre; il se précipite ensuite à l'état d'une poudre cristalline que Berzélius a trouvée composée de 100 de sucre et de 139,6 d'oxyde de plomb?

3152. Le sucre réduit les sels dont les oxydes ont peu d'affinité pour l'oxygène (sels d'argent, de mercure, de cuivre, etc.), et il abandonne de l'oxygène aux corps qui en sont avides, au phosphore, par exemple.

3153. Par le frottement, le sucre répand des lueurs phosphorescentes, que l'on distingue très-bien dans l'obscurité.

3154. LE SUCRE EN DISSOLUTION DISSOUT LA MOITIÉ DE SON POIDS DE CHAUX; ET, SI ON ABANDONNE LE MÉLANGE CONCENTRÉ A LUI-MÊME, LE SUCRE SE DÉCOMPOSE EN QUELQUES MOIS, OU PLUTÔT IL S'ORGANISE

DE MANIÈRE A NE PLUS OFFRIR QUE DU CARBONATE DE CHAUX ET UN MUCILAGE (833, 3119, 3140).

3155. PLACÉ EN POUDRE FINE, SUR LE MERCURE, DANS UNE CLOCHE CONTENANT DU GAZ AMMONIAQUE, LE SUCRE DEVIENT COHÉRENT, COMPACTE, MOU, SUSCEPTIBLE D'ÊTRE COUPÉ AU COUTEAU; CETTE ASSOCIATION SE COMPOSE de 90,28 parties de sucre, 5,00 d'eau, 4,72 d'ammoniaque. EXPOSÉ A L'AIR, L'AMMONIAQUE SE VOLATILISE ET LE SUCRE REPREND SES QUALITÉS.

3156. SI L'ON FAIT BOUILLIR PENDANT TROP LONGTEMPS, OU QUE L'ON CHAUFFE AU DELA DE 110°, UNE DISSOLUTION CONCENTRÉE DE SUCRE, CELUI-CI S'ALTÈRE, ET SE TRANSFORME, EN PARTIE, EN SUCRE INCRISTALLISABLE, EN UN MUCILAGE SUCRÉ, C'EST-A-DIRE EN UN TISSU (833).

3157. Vauquelin eut à examiner du sucre de canne que l'on avait chauffé à la Martinique jusqu'à 100°, dans des flacons bouchés, afin d'absorber l'oxygène de l'air renfermé dans les flacons; la solution s'était convertie, pendant le trajet de la Martinique en France, en une MATIÈRE VISQUEUSE, MUCILAGINEUSE, que l'on pouvait à peine retirer des flacons; elle était insoluble dans l'alcool. Traitée par l'acide sulfurique, elle ne donnait pas de sucre de raisin; et l'acide nitrique la convertissait en acide oxalique, sans aucune trace d'acide mucique. LE SUCRE ÉTAIT DEVENU GOMME, MOINS LES SELS DE LA GOMME ORDINAIRE : LA SUBSTANCE ORGANISATRICE S'ÉTAIT ORGANISÉE.

3158. Le sucre communique sa solubilité dans l'eau aux huiles essentielles; et il n'est soluble dans l'alcool, qu'à la faveur de la quantité d'eau que ce menstrue renferme. L'alcool anhydre n'en dissout pas même des traces.

3159. Sa pesanteur spécifique est de 1,6055? Amené à un état sirupeux, on en détermine la cristallisation, en tendant, dans la terrine qui renferme le sirop, des fils autour desquels les cristaux se rangent : le sucre ainsi cristallisé prend le nom de *sucre candi*. Ces cristaux affectent la forme de deux tablettes de chocolat accolées par leur grande surface. Ce sont des décaèdres à deux faces parallèles et opposées, qui sont les plus grandes, et à huit faces en biseau. Comme les deux faces parallèles et opposées varient en dimensions, il s'ensuit que les angles du biseau et autres varient à l'infini en ouverture; de sorte que le cristal se présente comme un prisme à six pans, terminés par une sommité dièdre. Ces cristaux ont quelquefois jusqu'à 1 centimètre de largeur sur 5 millimètres d'épaisseur. La fig. 30, pl. 17, représente vue par le plat la forme cristallisée en tablette; la fig. 31 la représente par l'arête du biseau; la fig. 32 représente l'une de ces formes rétrécie en prisme hexaédrique.

### § I. *Réactif destiné à déceler des quantités minimes de sucre, et, par contre-coup, d'albumine et d'huile* (*).

3160. En m'occupant de l'analyse microscopique des céréales avant la fécondation (1324), il m'arriva de déposer un ovaire d'Orge (*Hordeum hexasticum*, L.) (pl. 9, fig. 4 *a*) dans une goutte d'acide sulfurique concentré, placée au porte-objet du microscope. Je vis aussitôt les poils qui en hérissent le sommet (734) se recroqueviller (*b*), s'aplatir (*c*), se marquer comme d'impressions digitales (*dd*), quelques-uns crever à leur sommet (*e*) avec une explosion presque pollinique, et tous finir par jaunir. Les deux stigmates (*g*, *f*, fig. 3, et fig. 9) commencèrent à disparaître dans l'acide, et leurs fibrilles mamelonnées laissèrent suinter, en s'effaçant, des gouttelettes blanches et limpides (*h*). La panse de l'ovaire, au contraire (*a'*), se colora en superbe purpurin, moins intense sous l'épiderme (*a*).

3161. Ces phénomènes de coloration piquèrent vivement ma curiosité, et je résolus de n'abandonner l'étude de cette réaction chimique qu'après en avoir découvert la cause. Je m'appliquai en conséquence à mettre l'acide sulfurique en contact avec toutes les substances organiques ou inorganiques, dont j'avais reconnu ou dont je pouvais soupçonner la présence dans ces jeunes ovaires.

3162. J'entrepris donc d'essayer, avec l'acide sulfurique concentré, soit isolément, soit mélangés entre elles, deux à deux, trois à trois, l'amidon, l'albumine, la gomme, le carbonate de potasse et de chaux. Mais aucun de ces essais ne me reproduisit la belle couleur purpurine de mes ovaires. Le sucre seul ne communiqua à l'acide que la couleur jaune verdâtre que lui communique aussi la gomme. Mais il n'en fut pas de même, lorsque j'eus mis en contact, avec l'acide sulfurique concentré, un mélange d'albumine de l'œuf de poule et de sucre de canne; j'obtins en effet la couleur purpurine la plus intense, et qui me représentait exactement la nuance que l'acide sulfurique seul imprime au jeune ovaire.

3163. C'était donc à la présence simultanée du sucre et de l'albumine dans ses organes, que le jeune ovaire était redevable de sa coloration.

(*) *Annal. des sciences d'observat.*, tom. I, pag. 72, 1829

3164. Mais dès les premières applications que j'entrepris de faire de ce réactif, je découvris un phénomène non moins nouveau que le premier. Ayant placé un fragment de périsperme de maïs (pl. 9, fig. 7), sur une goutte d'acide sulfurique, je ne tardai pas à m'apercevoir, non-seulement que le périsperme acquérait la couleur purpurine des jeunes ovaires, mais encore que le fragment, que j'avais sous les yeux, jouait admirablement le rôle d'une *vorticelle* ou d'un lambeau de branchie de *moule de rivière* (1926), *aspirant* et *expirant* dans l'eau ordinaire. Je voyais en effet le fragment se diviser en gouttelettes (*a*) qui s'échappaient quelquefois dans l'acide, pour ainsi dire, en s'effilant. D'autres fois le pourtour du fragment lançait, dans l'acide, de petites traînées qui disparaîssaient à une faible distance, pour aller reparaître plus loin sous forme de globules; ces traînées représentaient exactement les traînées que lance la surface respiratoire des microscopiques (1942). En même temps, et pour rendre l'analogie plus complète, on voyait que les globules qui s'étaient détachés de la masse principale, en étaient alternativement attirés (*b*), et repoussés, en décrivant un cercle (*c*), pendant un espace de temps assez considérable pour produire une illusion complète. Je reproduisis, de toutes pièces, les mêmes phénomènes, en mélangeant ensemble du sucre, de l'huile d'olives et de l'acide sulfurique.

3165. Le périsperme de maïs devait donc sa coloration par l'acide concentré, à la présence simultanée du sucre et de l'huile; et les mouvements qu'il imprimait au liquide ambiant, il les devait à l'action aspirante et expirante de l'huile elle-même, c'est-à-dire à la combinaison d'une partie au moins de sa substance avec ce réactif. Soit en effet un tissu cellulaire perméable à un réactif, qui a de l'affinité pour la substance organisatrice incluse dans ces cellules : le réactif et la substance organisatrice s'attirant mutuellement, il faudra nécessairement qu'il s'établisse au dehors deux courants inverses l'un de l'autre; car si l'acide entre, à travers les parois de la cellule, il y aura une *attraction visible* ou *aspiration;* mais bientôt il faudra que le trop plein de la cellule sorte d'un autre côté, attiré par l'acide, et cette fois-ci il y aura *expulsion* ou *expiration;* et comme le pouvoir réfringent du liquide éjaculé diffère de celui du liquide ambiant, on distinguera là une traînée répulsive (641).

3166. L'acide sulfurique concentré dissout la résine concrétée, soit verte, soit jaune, soit incolore des végétaux; mais il se colore par cette dissolution en jaune virant sur le verdâtre, et cette coloration ne varie pas par l'addition d'une goutte de sucre, d'albumine ou d'huile.

3167. En conséquence, l'acide sulfurique concentré peut servir à déceler des quantités minimes de sucre, d'albumine et d'huile, et même de gomme et de résine. Soit en effet une substance que l'acide sulfurique colore en purpurin : j'aurai là un mélange de sucre et d'albumine, s'il n'y a point de mouvement produit, et un mélange de sucre et d'huile, s'il y a tourbillon et aspiration. Si l'acide n'imprime cette coloration qu'à l'aide du sucre, et qu'il n'y ait point de mouvement produit, la substance sera de l'albumine pure; ou autrement de l'huile pure de mélange. Si l'acide ne produit cette coloration qu'à l'aide de l'huile ou de l'albumine, la substance sera du sucre pur. Mais si la coloration refuse de se manifester à l'aide soit du sucre, soit de l'albumine ou de l'huile, ce sera de la gomme, si l'on a préalablement reconnu sa solubilité dans l'eau, ou de la résine, si elle s'est colorée en jaune et qu'elle ne se dissolve que dans l'éther ou dans l'alcool.

3168. Il ne faut pas perdre de vue que l'acide doit être concentré; aussi la couleur purpurine disparaît-elle aussitôt qu'on étend d'eau l'acide sulfurique, et peu à peu, si on laisse le mélange exposé à l'humidité de l'atmosphère. Il faut donc, dans les expériences microscopiques, faire usage des lames de verre creusées en segments de sphère (486). Il ne faut qu'une bien petite quantité de sucre ou d'albumine pour produire la coloration purpurine dans l'acide sulfurique (*).

3169. Le gluten de froment se colore aussi en purpurin par l'acide sulfurique seul; mais cette coloration est d'autant moins intense que le gluten a été malaxé sous l'eau plus longtemps; sa coloration est donc entièrement étrangère à son tissu, et elle n'est due qu'à la présence simultanée du sucre et de l'huile. Il serait même possible qu'on découvrît un jour que l'albumine animale elle-même ne doit sa propriété de colorer en purpurin le sucre sulfurique, qu'à une certaine quantité d'huile infiltrée dans son tissu. Mais,

(*) Pour avoir un réactif durable de l'albumine et de l'huile, il suffit de jeter une petite quantité de sucre de canne en poudre dans l'acide sulfurique; ce réactif se conserve au moins plusieurs mois; de même pour avoir un réactif durable du sucre, il suffit de déposer de l'huile ou de l'albumine dans l'acide sulfurique concentré, et de décanter la portion liquide, après avoir laissé quelque temps l'acide en contact avec le magma.



quoi qu'il en soit de cette considération théorique, il n'en est pas moins vrai que, dans la manipulation, la réaction de l'acide servira à faire distinguer l'albumine de l'huile pure.

3170. Elsner a déjà annoncé, en 1827, que l'acide arsénique communique au sucre de canne la couleur purpurine. Mais il fait observer en même temps que cette couleur varie avec les diverses substances saccharines. La réaction ne se montre qu'au bout de plusieurs heures : on conçoit du reste tout le danger d'un pareil réactif.

3171. L'alcool contracte une couleur rouge au bout de deux jours, si l'on y verse goutte à goutte de l'acide sulfurique concentré ; il y a alors production de chaleur et commencement de carbonisation. Mais cette couleur rouge de brique que l'acide communique à toutes les substances végétales qu'il commence à charbonner, n'a aucun rapport avec la couleur purpurine dont nous venons de parler.

## § II. *Propriété fermentescible du sucre.*

3172. Nous nous sommes déjà occupé en partie de la *fermentation putride* (1249) et même de la *fermentation amylacée* (923, 954) ; et nous avons vu que ce phénomène mystérieux avait lieu, dans l'un et dans l'autre cas, par la décomposition du tissu tégumentaire ou glutineux déposé au fond du liquide ; il est temps de nous occuper d'une autre espèce de fermentation, tout aussi mystérieuse que les deux premières, dont nous ignorons tout aussi bien les causes, les réactions et le mécanisme, quoique nous en connaissions mieux les moyens et les produits ; je veux parler de la *fermentation alcoolique*. On détermine cette fermentation, en déposant, à la température au moins de + 10° et au plus de + 26° cent., dans une solution ni trop étendue, ni trop concentrée de sucre, une certaine quantité de tissus ammoniacaux (837), tels que la gélatine précipitée, l'albumine, le tissu musculaire, les crachats (3015), et les flocons de l'urine. Le gluten végétal et la levûre de bière sont les deux substances que l'on emploie exclusivement dans les arts. Il résulte bientôt de ce mélange un grand dégagement de bulles de gaz acide carbonique, qui partent des tissus déposés, les emportent jusqu'à la surface, les y abandonnent pour se dégager dans les airs, et laisser ainsi retomber, de leur propre poids, le fragment de tissu qui, arrivé au fond, enfante de nouvelles bulles au détriment de sa substance, est soulevé une seconde fois, pour retomber encore ou rester à la surface sous forme d'écume, et ainsi de suite, jusqu'à produire une ébullition qu'on désigne sous le nom de fermentation tumultueuse. Ce dégagement d'acide carbonique coïncide avec la formation d'un nouveau liquide, odorant, incolore et limpide, volatil, miscible à l'eau, mais non à la gomme ni à l'albumine, que l'on nomme *alcool* dans le laboratoire, *esprit-de-vin* dans les arts, et à l'état de boisson *eau-de-vie*. Nous nous en occuperons plus spécialement en parlant des substances organiques.

3173. Tant qu'il existe, dans le liquide, du sucre et du gluten, il y a production de gaz acide carbonique et d'alcool ; mais si le sucre est épuisé, alors il se forme une nouvelle réaction entre l'alcool et le gluten, dont le résultat immédiat est la formation de l'acide acétique. Le gluten enlevé au contraire, le liquide reste stationnaire, et l'on a alors une boisson alcoolique. Le résidu glutineux sert, sous le nom de *ferment*, à déterminer plus vite la fermentation dans un nouveau mélange de gluten et de sucre ou dans la pâte destinée à la panification. Je considère le *ferment* comme un mélange de gluten encore intègre et de résidu de gluten altéré.

3174. Le gluten et le sucre réagissent-ils ici, l'un sur l'autre, chimiquement ou physiquement, par une espèce de double décomposition, ou par l'action d'un contact pour ainsi dire voltaïque ? voilà ce que la science n'a pu encore déterminer. Lavoisier avait bien émis déjà l'opinion que, dans cette opération, les élements du sucre se partageaient en deux portions : en acide carbonique et en alcool. Mais lorsqu'on cherche à confirmer, par l'expérience directe, les données de la théorie, les résultats sont moins satisfaisants. Car 120 parties de sucre fournissent, selon Lavoisier, 34,3 d'acide carbonique, selon Hermbstædt 32, selon Thénard 31,6, selon Dobereiner 48,8. Enfin, la question est plus compliquée qu'elle ne le paraît ; il faudrait en effet, pour parvenir à la résoudre, non-seulement examiner les quantités d'acide et d'alcool formées, mais encore s'assurer qu'il ne s'est pas formé d'autres produits et dans la masse du liquide et dans les tissus du ferment. Ajoutez à ces considérations que la fermentation a besoin, pour se manifester, de la présence d'une quantité d'oxygène, quelque faible qu'elle soit.

3175. Si, au lieu de sucre, on mêle de l'amidon avec le gluten, il s'établit alors une *fermentation saccharine*. Kirchhoff a découvert qu'en mêlant 2 parties d'amidon à 4 d'eau, et délayant peu à peu le mélange dans 20 parties d'eau bouillante,

on n'a plus qu'à ajouter, à l'empois (936) ainsi obtenu, 1 partie de gluten seché et réduit en poudre, ou du malt de bière en poudre (975), et à tenir, pendant 8 heures, le mélange à la température de 50 à 75°, pour transformer l'amidon en sucre, qui représente $\frac{1}{7}$ de la quantité employée de cette substance, et en gomme qui en représente $\frac{1}{5}$. Le gluten est devenu acide. Cette expérience explique fort bien ce qui se passe dans la germination. La chaleur dégagée fait éclater l'amidon du périsperme (1002), qui, se trouvant en contact avec le gluten de cet organe, se métamorphose en sucre, lequel, réagissant sur le gluten, le transforme en alcool, et le gluten transforme celui-ci en acide acétique (3173).

3176. La *fermentation panaire* a pour but de transformer une partie de l'amidon en sucre (1374), et ensuite ce sucre, ainsi que celui qui existait déjà dans la farine, en alcool et en acide carbonique (3172) dont la pâte s'imprègne. La chaleur du four, en dilatant ces deux produits, détermine la formation de ces larges cellules qui favorisent la cuisson de l'amidon (901). Si l'on abandonnait trop longtemps à elle-même cette fermentation, le gluten réagirait sur l'alcool (3173) et la fermentation deviendrait acide.

3177. Quoique la théorie chimique de la fermentation alcoolique soit tout aussi peu avancée que celle de toute autre fermentation, il n'en est pas moins vrai que nous possédons, par ce que je viens d'exposer, la théorie de sa manipulation, de manière à assurer le succès de toute entreprise industrielle; et l'on peut établir en principe, que toute substance végétale renfermant à la fois du gluten et du sucre, est capable de fournir, par sa fermentation spontanée, une liqueur alcoolique variable par ses caractères, mais dont on pourra l'extraire par la distillation; et si l'un ou l'autre de ces principes de fermentation prédominait dans le suc, il serait toujours possible de rétablir artificiellement l'équilibre. Or les plantes qui dans certains de leurs organes réunissent ces conditions, sont assez nombreuses, dans la nature, pour que l'industrie n'ait pas besoin d'avoir recours à des mélanges tout à fait artificiels.

## § III. *Principes généraux sur les caractères distinctifs des diverses espèces de sucre.*

3178. Si la théorie des mélanges organiques doit être prise en considération dans l'interprétation des phénomènes analytiques, c'est principalement à l'égard des substances saccharines; car il n'est pas de substance qui soit soluble dans un plus grand nombre de menstrues diverses, et qui cristallise avec plus de facilité que le sucre.

3179. En effet, le sucre non-seulement a la propriété de se dissoudre dans l'alcool, propriété que possèdent également tant de substances grasses, et spécialement les huiles essentielles; de plus il a la propriété de rendre les huiles essentielles solubles dans l'eau. Un mélange de sucre et d'une huile essentielle quelconque pourra donc passer pour une substance *sui generis*, si, pour en déterminer la nature, nous nous arrêtons aux seules indications des réactifs; car, dans ce cas, nous aurons une substance complexe, dont il nous sera impossible d'isoler les éléments. L'eau, l'éther, l'alcool, les acides et les alcalis dissolvant également les deux et les abandonnant également par l'évaporation, la distillation sera tout aussi impuissante que la dissolution à les isoler; car si le sucre communique sa solubilité dans l'eau à l'huile essentielle, par une conséquence nécessaire, il faut admettre que l'huile essentielle communiquera en partie sa volatilité au sucre, et que le sucre passera avec l'huile essentielle dans le récipient, puisque la combinaison des deux substances est intime. Les huiles qui tiennent en dissolution des substances métalliques les entraînent avec elles en se volatilisant; pourquoi, à plus forte raison, n'entraîneraient-elles pas le sucre?

3180. L'albumine, qui isolée est insoluble dans l'eau froide, devient soluble dans l'alcool et dans l'eau bouillante à la faveur d'un alcali ou d'un acide. Un mélange de sucre et d'albumine acide ou alcalin prendra à son tour les caractères d'une substance spéciale, dont le caractère sera la somme des trois caractères des éléments du mélange. Car si l'on ne sature point le menstrue de l'albumine, le mélange sera également soluble dans tous les menstrues qui dissoudraient l'un et l'autre en particulier. Si on le sature, l'albumine, en se précipitant, emprisonnera, dans ses mailles artificielles, non-seulement une quantité considérable de sucre, mais encore le réactif dont on se sera servi pour saturer le liquide. Enfin on aura par évaporation une cristallisation confuse et comme déliquescente, et les cristaux du sucre affecteront des formes goniométriques, ou altérées, ou différentes des formes normales de cette substance; car nous verrons plus bas que l'acide acétique albumineux change tout à fait le sys-

tème cristallographique du tartrate de potasse.

3181. Jugez, d'après ces principes, *à priori*, des caractères illusoires que sera dans le cas d'offrir un mélange de gomme et de sucre, un mélange de sels ammoniacaux d'albumine et de sucre, ou bien un mélange de sels ammoniacaux, d'huile essentielle ou d'une résine, et de sucre; et dans ce dernier cas, vous aurez peut-être l'alcali végétal le mieux caractérisé, une fois qu'à force d'épuration on sera venu à bout d'éliminer du mélange tout ce qui ne s'y trouverait pas dans un état d'association intime : solubilité dans les mêmes menstrues, volatilité et cristallisation ; il ne manquera au mélange dont nous parlons, aucune des conditions qui caractérisent les alcaloïdes.

3182. J'ai beaucoup étudié les phénomènes chimiques d'un mélange d'huile de colza et de sucre, et je suis sûr que bien des substances en *ine*, qui sont inscrites au catalogue, ou qui y ont occupé longtemps une place, ne sont pas autre chose qu'un mélange de ce genre, obtenu à un plus ou moins grand état de pureté ; et tout me porte à croire que les substances désignées, dans ces derniers temps, sous les noms de *salicine* et de *populine*, ne doivent qu'à une association de sucre et d'huile plus ou moins imprégnée de résine amère, leurs caractères chimiques et leurs propriétés médicales.

J'ai mêlé parties égales en volume d'huile à brûler et de sucre de canne ; j'ai jeté le mélange dans l'eau, que j'ai soumise à l'ébullition. L'huile s'y est grumelée en magma spumescent, comme le fait l'albumine végétale qui se coagule par la chaleur. Le liquide est resté laiteux, même après le refroidissement, quoique surmonté d'une couche jaune pâle, demi-oléagineuse et opaline. Observée au microscope, la portion liquide offrait des myriades de globes (fig. 29, pl. 17), dont les plus gros avaient $\frac{1}{5}$ de millimètre, et les moindres avaient $\frac{1}{125}$. Lorsqu'on agitait le matras en verre, on voyait s'attacher, contre les parois, comme des cristaux à bords émoussés inscrits dans une sphère : à la loupe, on s'assurait que ces cristaux étaient des globules oléagineux, solidifiés en quelque sorte par leur mélange avec le sucre. Outre ces cristaux illusoires, le liquide déposait, en tombant sur les parois du vase, de larges plaques graisseuses, qui réfractaient la lumière de la lampe en anneaux colorés, phénomène qui était dû à des stries très-rapprochées, que traçait, à travers les plaques, le liquide qui reprenait son écoulement. L'odeur que dégageait ce mélange pendant l'ébullition était absolument identique avec celle de la chair qu'on laisse macérer depuis un jour. Une goutte de liquide, déposée sur la lame du porte-objet, est devenue poisseuse en une journée; et au microscope on distinguait dans son sein des cristallisations régulières, soit en groupes (pl. 17, fig. 26), soit isolées (fig. 16 et 17). La substance, abandonnée sur une assiette, est devenue poisseuse, offrant çà et là des cristallisations d'un aspect oléagineux et peu diaphanes. J'en ai pris une certaine quantité, que j'ai séchée entre du papier joseph, jusqu'à ce qu'il ait cessé de se tacher. Ces cristaux n'en conservaient pas moins un aspect oléagineux. Approchés de la flamme d'une chandelle, ils fondaient aussitôt en une bulle oléagineuse, et après le refroidissement la saveur commençait par être sucrée et par vous laisser un arrière-goût de graisse brûlée. Placés au foyer du microscope sur une goutte d'acide sulfurique concentré, ces fragments offraient sur leurs bords les cils vibratiles les plus illusoires (1942), en se dissolvant par petites bouffées dans l'acide. On voyait de temps à autre des globules oléagineux se colorant en pourpre (indice d'un mélange d'huile et de sucre), s'échapper dans la goutte d'acide, en s'étirant, comme sur la fig. 7, pl. 9 (3164), qui représente un fragment de périsperme de maïs dans l'acide sulfurique. Ces cristallisations, si bien épurées qu'elles fussent, conservaient donc de l'huile interposée. Abandonnée sur l'assiette à l'air extérieur, depuis le 5 février jusqu'au 27 mars, le mélange est devenu aussi dur que la stéarine la plus dure ; à peine le doigt s'huilait-il en passant. Cette couche jaunâtre et luisante offrait à la surface des cristallisations de même couleur et de même opacité. A cette époque, la substance ne se dissolvait plus qu'imparfaitement et en petite quantité dans l'alcool, même après une ébullition de dix minutes. L'alcool restait laiteux, et contractait une couleur opaline verdâtre, analogue à celle du bouillon aux herbes, à cause d'une foule de beaux globes limpides et d'égal diamètre qui s'y maintenaient en suspension ; on les aurait pris, sans autre avertissement, pour des globules du sang. Par le refroidissement, tous ces globes se sont précipités au fond du vase, en une couche limpide, dans laquelle ils avaient conservé leur forme, leurs dimensions et leur isolement; et l'alcool qui les surmontait avait repris sa transparence. Une portion de la substance avait refusé de se dis-

soudre dans l'alcool, ou plutôt de se résoudre en globules. Je l'ai reprise par l'éther, qui lui a enlevé une portion et a respecté l'autre. En s'évaporant, l'éther a déposé des globules d'autant plus grands, que l'évaporation était plus avancée. La portion indissoute est devenue roide et cassante, et s'est aplatie dans l'éther comme une feuille de talc; et après l'évaporation de ce menstrue, elle a pris les caractères et la couleur du caoutchouc ordinaire. L'acide sulfurique communiquait, au dépôt abandonné par l'évaporation de l'éther, une coloration jaune qui passait au rouge doré et au pourpre sali de jaune. L'acide nitrique n'en changeait pas la couleur; il répandait des fumées rutilantes, rendait la masse moins poisseuse, et l'eau pure en précipitait la substance, sous forme de petites plaques minces, qui s'attachaient aux parois du verre avec assez de ténacité. Le caoutchouc déposé dans l'ammoniaque s'y est gonflé et a pris une certaine blancheur; après l'évaporation de l'alcali, il avait l'air d'un fragment d'albumine coagulée. L'ammoniaque a déposé, et des gouttelettes oléagineuses, et des cristaux analogues à ceux du vinaigre, dont nous nous occuperons plus bas; tout ce précipité s'est redissous, cristaux et globules, dans l'eau distillée. Ce caoutchouc, après un certain nombre de lavages, ne donnait plus aucun signe d'alcalinité au papier réactif, et pourtant, par la combustion, il répandait une odeur ammoniacale et une fumée alcaline; après quelques jours, la substance abandonnée par l'ammoniaque répandait une odeur fortement caractérisée de caille-lait (*galium verum*). J'ai pris une certaine quantité de substance durcie sur l'assiette; je l'ai fait redissoudre dans l'eau; j'ai filtré; il est resté sur le filtre une substance fibrineuse, blanche, ductile, et filante comme le gluten imprégné d'huile, une espèce de caoutchouc enfin. Mis en contact avec de la potasse caustique, ce gluten s'est désagrégé, le liquide a pris un aspect laiteux, jaunâtre, qui était dû à des parcelles savonneuses, visibles au microscope. Étendu d'eau, il s'est formé dans le liquide des membranes d'une ténuité incommensurable. L'acide sulfurique a dégagé des bulles de gaz et a séparé l'huile en beaux globes d'abord jaunes, puis rouges (3167), nullement transparents, globes qui avaient en diamètre depuis $\frac{1}{50}$ jusqu'à $\frac{1}{5}$ de millimètre. Le mélange d'huile et de sucre déposé en petite quantité dans l'acide acétique concentré, le rend louche, par la formation des mêmes globes que ci-dessus; et en s'évaporant, l'acide abandonne, sur la lame du porte-objet, un joli vernis, dans lequel se voient enchâssés des globes et des cristaux; et ce vernis jetait des irisations scintillantes et chatoyantes, qui variaient, selon qu'on éloignait ou qu'on approchait le porte-objet. Le dépôt, bien lavé, ne donnait plus le moindre signe d'acidité; et cependant, au feu, il répandait des fumées acides, et reprenait son acidité dans l'alcool. Enfin la cristallisation du sucre variait de forme et d'angles, selon qu'elle avait lieu dans l'un ou l'autre menstrue. Dans l'huile, les cristaux étaient mieux isolés; ils se prenaient moins en groupes; les formes 15, 16, 17, 27, pl. 17, abondaient; leurs contours étaient plus noirâtres. Dans l'eau, au contraire, c'étaient les formes 26, 24, 28, 25. Le sucre candi cristallise en décaèdres aplatis à deux faces plus larges et parallèles (3059), cristallisation qui conserve ses caractères, car elle a lieu autour du même centre, autour des fils que l'on tend tout exprès. Au microscope, ce centre variant à l'infini, ce sont des prismes à six pans (fig. 27), des rhombes (fig. 24) offrant une pyramide à quatre faces, vue de champ, des cubes offrant également une semblable pyramide (figure 28), ou bien des parallélipipèdes surmontés d'une pyramide à base horizontale, qui est formée par six facettes à arêtes droites ou courbes, selon que la cristallisation a été plus ou moins troublée (*). Quant à l'ouverture des angles, de nombreux essais nous ont donné en moyenne les chiffres suivants, à notre goniomètre microscopique. Sur la fig. 15, l'angle $a = 98,5$, et l'angle $b = 127$.—Sur la fig. 21, $a = 77$, et $b = 103$. — Sur la fig. 23, $a = 57$, $b = 127$, $c = 83$, $d = 83$, $e = 97$. — Sur la fig. 24, $a = 70$, et $b=110$. Sur la fig. 28, $a = 47,5$, $b=84$, $c=138$. — Enfin sur la fig. 25, $a = 126$; $b = 119$, et $c = 103$. Mesures qui se rapprocheraient, avec un peu de complaisance, des chiffres indiqués par le calcul; mais sur les variations desquels nous nous expliquerons plus amplement ci-après.

3183. Or les caractères que nous venons d'exposer seraient cent fois plus que suffisants à motiver l'introduction d'une nouvelle substance, dans la nomenclature de chimie organique, si nous

(*) L'expérience suivante présente un phénomène de cristallisation assez curieux. Si l'on place sur la lame de verre du porte-objet une goutte de solution sirupeuse de sucre, recouverte d'une nappe d'acide sulfurique concentré, les deux substances restent distinctes. Mais si l'on verse une goutte d'eau distillée sur l'acide, et qu'on agite avec une pointe de verre, tout à coup le sucre se prend en beaux cristaux.



n'avions pas pris la précaution d'avertir en tête, qu'ils appartiennent à un mélange artificiel.

3184. Mais les éléments que nous venons d'associer de toutes pièces dans le laboratoire, s'associent nécessairement de la même manière, toutes les fois qu'ils se rencontrent à notre insu. Et en admettant qu'ils existent séparés dans tout autant d'organes distincts, ce qui a lieu dans les plantes spécialement saccharifères, comment ne pas admettre que les procédés divers de râpage, de macération, d'ébullition, en brisant les parois qui les emprisonnent, ne les mettent en contact et ne favorisent leur confusion, leur association intime? Si cela est incontestable, il faut admettre que le sucre, sans changer de nature, sans modifier un seul de ses caractères essentiels, est dans le cas de paraître moins fermentescible que d'ordinaire, plus cristallisable, extrait de cette plante qu'extrait de toute autre, ou bien affectant une cristallisation moins compacte et plus bourgeonnée, donnant enfin à l'analyse des nombres plus ou moins élevés. La présence d'un acide, d'un sel calcaire, d'une huile essentielle, d'albumine ou de gluten dissous ou coagulé, suffira pour imprimer à la même substance saccharine ces caractères illusoires et variés. Mêlez un sel calcaire au sucre de canne, vous le rendrez moins ou nullement fermentescible. Un peu de gluten ou d'huile mêlé à un acide le rendra incristallisable; et ce *magma*, inextricable à force d'épuration, édulcoré par la présence du sucre, prendra le nom de *mélasse* dans la fabrication en grand; et la quantité de *mélasse* s'élèvera en raison directe de la masse de jus sur laquelle on opérera; car l'union intime des éléments de ce mélange doit avoir lieu en raison de la durée et du nombre des manipulations, chaque bouillon du jus mettant le même élément en contact avec une nouvelle quantité d'un autre; or, plus la masse est considérable, plus il faut prolonger les opérations de cuite et d'évaporation; en sorte qu'on pourra obtenir jusqu'à 10 et 14 pour 100 de sucre cristallisable, en opérant, même sans trop de soin, sur deux ou trois kilogrammes de jus; et ensuite, avec quelque précaution que l'on opère, retirer à peine 5 pour 100 de sucre cristallisable dans la fabrique. La mélasse est un *déchet*, et non une substance particulière.

### § IV. *Principes généraux applicables à la fabrication.*

3185. S'il nous était donné de pouvoir isoler l'organe saccharifère de tous les autres organes d'une différente élaboration, qui composent le tissu d'une plante, l'extraction du sucre ne demanderait qu'une seule opération, et ce serait une opération entièrement mécanique. Mais l'organe saccharifère est réduit en général à des dimensions microscopiques, et ne saurait par conséquent se prêter à aucun de nos procédés d'élimination. L'insecte seul qui se dérobe à notre vue a le pouvoir d'atteindre la substance saccharine, dans la cellule qui l'élabore, et de l'extraire d'un seul trait à l'état de son originelle pureté.

3186. Pour nous, nous n'avons à notre disposition que la ressource de la dissolution (26), pour extraire le sucre des cellules qui le recèlent; et pour le mettre en contact immédiat avec le menstrue, nous ne possédons d'autre moyen que l'action de la râpe, dont les dents éventrent les plus petits organes, et ouvrent une issue à leurs produits. Mais la dent de la râpe agit sans discernement, et indistinctement sur toutes les catégories d'organes, sur les cellules glutinifères, comme sur les cellules acidifères, et comme sur les cellules saccchariferes, etc.; en sorte que le menstrue destiné à extraire le sucre, commence par le confondre avec trois ou quatre substances différentes, dont la présence s'oppose désormais à son extraction. De là toutes les complications des procédés qui font monter si haut les dépenses et les déchets. On ne peut parvenir à épurer, qu'après avoir mélangé. Il faut neutraliser les acides, pour rendre au gluten ou mucilage et aux substances oléagineuses, leur insolubilité. La base, dont on se sert pour saturer cet acide, peut elle-même s'associer, sous l'influence de la chaleur, avec une partie de la substance saccharine, et la transformer par conséquent en gomme, si cette base est la chaux (3154). Mais le gluten en se coagulant, et l'huile en se saponifiant, peuvent emprisonner, dans leurs mailles artificielles, une quantité plus ou moins considérable de sucre. Mais la substance saccharine, en glissant contre les parois brûlantes de la chaudière, peut s'y décomposer en partie; car là elle n'est liquide que sur une face, et l'autre se trouve à la température de la combustion. En sorte que le rendement en sucre pourra varier sur une large échelle, non-seulement d'après la nature des procédés, mais encore d'après la nature du sol dans lequel aura poussé la plante, selon la nature du climat sous lequel elle aura mûri, selon l'exposition du local de la fabrication, enfin selon la vigilance et le coup de main du manipulateur lui-

même. Dans le sol du Nord, le jus de la plante sera plus riche en acide et en gluten que dans le sol du Midi; dans un local obscur, la fermentation s'établira plus vite que dans un local exposé à la plus vive lumière; dans un local traversé par de grands courants d'air, l'évaporation sera plus rapide et exigera une chaleur moins prolongée et moins intense. Le mode de filtration et de décoloration laissera passer plus ou moins de mélasse, et par conséquent la cristallisation donnera une plus ou moins longue série de qualités. Toutes circonstances dont les principes exposés dans cet ouvrage, sont seuls en état de donner la raison, et partant le remède. Nous indiquerons les applications plus spéciales dans les paragraphes suivants.

## § V. *Extraction du sucre de canne.*

3187. Le sucre de canne, qui de tout temps a servi de type au genre, s'extrait de la *canne à sucre* (*saccharum officinarum* ou *arundo sacchari-fera*), graminacée gigantesque que l'on cultive dans les Indes orientales et occidentales. Sa culture dans les climats tempérés ne saurait présenter le moindre bénéfice; le climat de nos possessions de l'Afrique septentrionale pourrait seul lui convenir. Nos Sociétés royales d'agriculture ont souvent formé les plus heureux rêves sur le succès de ces sortes de transplantations; leurs illustres membres ne s'apercevaient pas que le problème qu'ils donnaient à résoudre, se réduisait à ces termes: *reproduire avec du froid et par la puissance seule de notre volonté, ce que la nature n'amène à point que par des torrents de lumière.* Espérons que, depuis que la betterave est devenue la canne à sucre du Nord, nos doctes théoriciens ne rêveront plus la transplantation, dans nos climats, de la canne à sucre de la zone torride.

3188. La canne à sucre se plante de boutures, de 40 cent. de long, dans une terre légère et humide, fumée avec des engrais végétaux ou la lie des distilleries, et amendée avec de la cendre; les plants sont distants entre eux d'un pied à un pied et demi. On sarcle au bout d'un mois; une fois que les plants ont acquis une certaine hauteur, leur ombrage suffit pour étouffer toutes les mauvaises herbes; on enlève les feuilles inférieures, à mesure qu'elles se fanent. La plantation a lieu dans les colonies au mois d'avril, ce qui correspond pour la saison à notre mois de novembre. Elles fleurissent au bout d'un an, et sont récoltées au bout de seize à dix-sept mois. A cette époque la canne a, selon le terrain et la saison, jusqu'à 4 et même 6 mètres de hauteur. On coupe la tige à ras de terre, on en abat la cime d'un coup de serpette, puis on retranche une longueur de 40 cent. pour la bouture de l'année suivante, et on porte la récolte au moulin; là on les écrase entre trois cylindres parallèles, mis en mouvement par les chevaux, pour en extraire le jus. Au sortir des cylindres, la canne écrasée prend le nom de *bagasse*. Ce suc renferme depuis 6 jusqu'à 15 pour 100 de sucre cristallisable, de la fécule verte, des débris de ligneux, de l'albumine rendue soluble par un acide, qui est l'acide acétique; ce qui fait qu'il entre promptement en fermentation dans ces climats chauds. On jette le jus aussitôt dans une grande chaudière, que l'on chauffe à 60° avec un peu de chaux délayée (une partie sur 800 de suc), qui a pour but de saturer l'acide, de rendre par conséquent à l'albumine son insolubilité, et de faire subir au jus comme une première clarification, par la coagulation de l'albumine végétale, qui amène à la surface, sous forme d'écume, toutes les impuretés insolubles que la pression a fait passer dans le jus; on enlève les écumes, à mesure qu'elles se forment. De cette chaudière le jus passe dans une seconde qui s'appelle la *propre*, où on le fait bouillir doucement avec une nouvelle quantité de chaux, qui produit une nouvelle quantité d'écume, qu'on enlève avec le même soin. De la *propre* le jus passe dans la troisième chaudière de moindre grandeur que l'on nomme le *flambeau*; de celle-ci dans une quatrième que l'on nomme le *sirop*, et de celle-ci dans une cinquième que l'on nomme la *batterie*, qui est placée immédiatement sur le foyer, d'où on retire le sirop, dès qu'il est arrivé à ce point de consistance qu'une goutte placée entre le pouce et l'index, s'étire en un fil, quand on écarte les doigts; il marque alors 24 à 26° à l'aréomètre de Baumé; on le verse tout de suite dans un réservoir, où il se refroidit, puis de là dans des caisses en bois percées de plusieurs trous, que l'on bouche avec des chevilles de bois enveloppées de feuilles de maïs. Au bout de 24 heures, on le remue avec un mouveron, pour achever la cristallisation qui est déjà commencée, et au bout de quelques heures de repos, on débouche les trous du cuvier, afin de donner un écoulement au sirop non cristallisé, on laisse sécher toute la portion cristallisée, qui est retenue au-dessus des cuviers, et on l'emballe dans des barriques pour l'expédier en Europe sous le nom de *cassonade*,

ou *moscouade* ou *sucre brut*. Le sirop écoulé est reversé de nouveau dans des chaudières, évaporé de nouveau, soumis à des cristallisations successives, jusqu'à ce qu'on ne puisse plus en obtenir de sucre. Cette quantité incristallisable prend le nom de *mélasse*, elle forme pour ainsi dire les *eaux mères* de la *moscouade*; elle n'est plus bonne qu'à la fabrication de l'eau-de-vie connue sous le nom de *rhum*, à celle de l'acide oxalique et du pain d'épice.

3189. La cassonade est jaunâtre, sableuse au toucher, grasse à la langue; pour la dépouiller des substances étrangères qui la colorent et dont la présence s'oppose à la cohésion de ses cristaux, il faut la *raffiner*, opération qui se fait sur le continent. A cet effet, on la verse dans la *chaudière à raffiner*, avec une quantité d'eau qui en forme un jus marquant 27 à 30° Baumé, un peu d'eau de chaux, et un mélange de sang de bœuf et de 10 sur 100 de charbon animal; on chauffe en remuant le mélange; on arrête brusquement le feu, en jetant un morceau de beurre dans le bouillon; le sirop monte en écume; on filtre à travers des étoffes de laine ou de coton, et on évapore le sirop dans des chaudières plates et à bascule, où la cuite s'achève en dix minutes. On le verse dans un rafraîchissoir en cuivre, où on le remue pour le refroidir; il marque 40 à 50°. Quand la cristallisation est un peu avancée, on verse dans des cônes de terre renversés et percés à leur sommet d'un trou qu'on tient bouché; ils reposent sur des pots destinés à recevoir le sirop non cristallisé, auquel on donne issue, en débouchant les cônes renversés. Au bout de huit jours, on procède au *terrage*. On enlève à la base des cônes, une couche d'environ 27 millim. de sucre, qu'on remplace par du sucre blanc réduit en poudre; on recouvre avec une couche de terre argileuse à potier, délayée dans l'eau; cette eau filtre à travers le sucre, entraîne avec elle tout le sirop qui le colore en brun; et le sucre cristallisé reprend sa blancheur naturelle, au bout de trois à quatre terrages qui durent trente-deux jours. A cette époque on enlève les pains de sucre de leur moule, et on les place deux mois à l'étuve, pour les sécher et les raffermir.

3190. La fabrication du sucre de canne a retiré d'utiles enseignements de la fabrication du sucre de betterave; et la révolution opérée par le sucre indigène a étendu ses bienfaits jusque sur l'exploitation du sucre colonial.

## § VI. *Extraction du sucre d'érable.*

3191. On retire, dans l'Amérique septentrionale, par les mêmes procédés, un sucre identique au sucre de canne, de la séve de l'érable connu sous le nom d'*acer saccharinum*; arbre qui s'élève aussi haut que nos sycomores, et qui réussit tout aussi bien qu'eux sur nos promenades et sur le bord de nos chemins. Ce fait devrait engager tous les Sully de nos communes à border les routes et les chemins de la localité, avec cette essence d'arbres, qui donnerait au pauvre voyageur autant d'ombrage que l'orme, à la charpente un bois aussi estimé, et à l'industrie saccharifère un produit qui ne coûterait point de frais de culture, mais seulement les frais ordinaires d'extraction (*).

3192. Au mois de mars ou de mai, c'est-à-dire à l'époque de la première séve, on pratique un trou à travers l'écorce et jusqu'au bois, au pied du tronc de l'arbre; on introduit dans le trou un tuyau qui conduit le suc dans un vase placé au-dessous. On a remarqué que plus le trou est élevé au-dessus du sol, plus le suc est sucré, mais aussi plus l'arbre en souffre. En vingt-quatre heures, des arbres de taille moyenne sont dans le cas de donner huit litres de suc, dont la pesanteur spécifique varie de 1,003 à 1,006. Le produit de cette exploitation s'élève, dans l'Amérique du Nord, à près de 12 millions de *moscouade* ou sucre brut, qu'on y consomme sous cette forme, mais que le *raffinage* (3192) transformerait en sucre blanc, identique au sucre de canne. On assure que la séve du lilas peut remplacer sous ce rapport la séve de l'érable; mais l'extraction en serait trop minutieuse.

## § VII. *Extraction du sucre de betterave.*

3193. En 1747, Margraff annonça à l'Académie de Berlin, l'existence du sucre cristallisable dans la betterave (*beta vulgaris*). En 1787, on parvint à en extraire le sucre en grand par un procédé régulier, mais qui n'offrait pas encore à l'exploitation une assez large part de bénéfice: En 1810, le génie de Napoléon voulant lutter

(*) Nous avons vu, il y a dix ans, la cour de l'Observance (école de médecine) plantée de ces espèces d'érables, qui s'y développaient avec une grande vigueur! il y avait là de quoi fournir la matière de bien belles expériences; on les abattit en 1829, sans en avoir retiré la moindre utilité.

autant par l'industrie que par les armes, contre la puissance anglaise qui nous barrait les mers, imposa aux recherches des savants français l'obligation de perfectionner le procédé d'extraction; et c'est de cette époque que date l'impulsion imprimée à l'industrie saccharifère, qui menace d'affranchir la métropole du tribut qu'elle payait aux colonies; admirable révolution qui a enrichi à la fois l'industrie et l'agriculture française, et qui, en faisant pénétrer l'aisance sous le chaume des plus pauvres de nos populations, a peut-être porté le dernier coup à la traite des nègres, sans laquelle on ne concevait pas comment nous aurions pu exploiter nos colonies. Et ce grand œuvre de la civilisation moderne sera accompli, lorsqu'au lieu de tant *finasser* avec les uns et avec les autres, en rognant un peu de l'impôt mis sur les uns pour le reporter sur l'impôt mis sur les autres, on aura amené les intérêts rivaux à un compromis établi sur des bases loyales, et satisfait, par une large indemnité, les quelques-uns qui perdent, au succès d'une innovation qui profite au plus grand nombre.

3194. On évaluait, en 1829, à 5 millions de kilogr. de *moscouade* ou *sucre brut* (3188) la production annuelle des 100 à 120 établissements qui existaient alors en France. En 1832, le nombre des fabriques s'était élevé à 200, et la production annuelle en était estimée à 12 millions de kilogr. En 1835, 450 fabriques environ donnèrent 24 millions de kil. On supputait qu'en 1836 ce chiffre s'élèverait à 40 millions; et peut-être aujourd'hui produisons-nous en sucre la moitié de la consommation actuelle de la France, qui s'élève à 100 millions de kilogr. par an. La consommation a augmenté avec notre production indigène, en sorte que nos sucres coloniaux ont trouvé chez nous même débouché qu'auparavant. Car, de 1828 à 1835, la moyenne de l'exportation des sucres coloniaux a été de 64 millions de kil. par an; et, en 1828, la consommation de la France n'était que de 65 millions de kilog. Tant il est vrai que la concurrence profite à tous et ne ruine personne, qu'elle augmente la somme du bien-être général, sans déranger aucune position sociale.

3195. Nous donnerons une certaine extension à ce paragraphe, parce que le sujet a une importance nationale; mais nous insisterons spécialement sur les points qui sont susceptibles d'être éclairés par la nouvelle méthode, renvoyant pour plus amples renseignements, à *la Flandre agricole et manufacturière*, où les frères Grar ont traité *ex professo* cette grande question de leur compétence, de la manière la plus conforme aux principes du *Nouveau système de chimie organique*.

1° Considérations physiologiques sur la structure et le développement de la betterave (*Beta vulgaris*, L.: variété *ravia*.

3196. La betterave est une plante à *racine pivotante*, et c'est la racine seule qui fait l'objet de l'exploitation. La racine pivotante forme le tronc (*caulis*) de la plante; c'est un organe identique avec le tronc des plus grands arbres, dont il ne diffère que parce que, chez ceux-ci, la racine s'élève plus au-dessus du sol qu'elle ne s'enfonce dans la terre, et que, chez la betterave, tout le tronc de la plante reste enfoui et pivote dans le sol. Le *collet* de la betterave est l'analogue de la *couronne* des arbres; c'est de là que partent ses rameaux, qui ne diffèrent des rameaux de ceux-ci qu'en ce qu'ils sont annuels et ne survivent pas à la fructification; d'où il advient que la vie végétative de la betterave est bisannuelle, une année étant consacrée au développement du tronc (*racine pivotante*), et l'autre au développement des rameaux, des fleurs et des graines.

3197. Pendant la première année, la racine-tronc s'enrichit de sucs mucilagineux d'un côté et de sucs saccharins de l'autre. Mais ce n'est pas pour nous que la nature lui a imprimé cette impulsion; le sucre qu'elle élabore est destiné à l'accroissement des rameaux futurs; la racine est un réservoir de nutrition pour les développements de l'année suivante, qui absorberaient les produits à leur profit, si l'industrie ne s'en emparait la première. Il en est de même de tous les tubercules féculents et saccharins; ce ne sont que les cotylédons de la plante, que ses placentas nourriciers; ils grossissent et s'enrichissent de sucs alimentaires tant que la plantule sommeille; ils commencent à se dépouiller progressivement et de proche en proche de leurs sucs spéciaux, dès qu'elle commence à s'épanouir à la lumière et à monter en rameaux. Ainsi la betterave continue à s'enrichir de sucs sucrés, tant que sa végétation aérienne reste en germe; elle continuerait jusqu'au printemps suivant, dans les entrailles de la terre, si les gelées ne l'y atteignaient pas, et si l'humidité ne l'y pourrissait pas. Mais aux premiers rayons du printemps, et dès que sa végétation aérienne s'éveille, chaque rameau puise, dans les tissus sur lesquels il est empâté, les sucs qu'il s'assimile; et

la betterave commence, dès cet instant, à se dépouiller du sucre qu'elle avait jusque-là élaboré; en sorte que la racine en offre à peine des traces, lorsque la plante a accompli son développement et qu'elle a grainé. C'est ainsi que les troncs d'arbres donnent une séve sucrée au mois d'avril, et une séve d'une tout autre nature, même un mois plus tard.

3198. Mais pour que la racine élabore des sucs sucrés, il est une circonstance indispensable, et qui, au premier coup d'œil, ne semble pas être d'une grande valeur; il faut qu'elle soit pivotante, c'est-à-dire dans une position exactement verticale. Si un obstacle la fait dévier de la perpendiculaire, elle se divise en gros rameaux souterrains; elle fourche, mais aussi elle se corde, c'est-à-dire qu'elle abonde en tissus ligneux, et perd ses tissus albuminoso-sucrés; de là la nécessité de cultiver la betterave dans une terre meuble et profonde; de là, dans le repiquage, la nécessité de pratiquer le trou verticalement; et peut-être la plupart des insuccès de ce mode de plantation ne proviennent-ils que de la négligence de cette circonstance. C'est un fait de physiologie chimique remarquable, et auquel nul auteur n'avait fait attention, que le sucre ne se développe que dans des organes qui montent droit ou qui pendent. Les chaumes traçants de la canne à sucre ne renferment pas de sucre, non plus que les rameaux de sa panicule florigère; la figue ne devient sucrée que lorsqu'elle pend vers le sol, et il en est de même de tous les fruits obliques. Le tronc de l'érable que l'on tiendrait courbé ou incliné, ne donnerait peut-être pas la centième partie du sucre que fournit l'érable ordinaire, dont le tronc pointe librement vers le ciel.

3199. Ainsi la présence de l'approvisionnement sucré n'est pas tellement indispensable à l'accroissement de la végétation aérienne qui doit grainer l'année suivante, que sans elle tout développement se trouve paralysé; et les racines qui cordent ne sont nuisibles qu'à la fabrication et non à la végétation elle-même. Il en est de même des racines pivotantes les plus riches en sucre; on peut impunément retrancher toute la portion saccharifère, et ne laisser à la plante future que le collet supérieur, en ayant soin de l'amputer un peu au-dessous du noyau central verdâtre; et la tige ne s'en développera pas moins l'année suivante; elle n'en sera même souvent que plus robuste, plus branchue et plus féconde, mais peut-être en graines d'une autre qualité; ce qu'on ne pourra décider que par une expérience directe.

3200. Mais le sucre ne doit pas exister, dans la betterave, confondu, mélangé, répandu çà et là et en désordre, comme dans nos chaudières. Le sucre étant le produit d'une élaboration progressive, suppose un organe qui l'élabore, et cela d'après des lois empreintes d'une grande régularité. Chacun comprend d'avance combien il importe aux intérêts de la fabrication en grand, de pouvoir préciser la forme et la place de ces petits organes saccharifères. Car, de la solution de cette première question dépend, non-seulement la question de savoir si le sucre incristallisable existe, avant toute manipulation, dans le tissu de la racine pivotante, mais encore celle de savoir choisir, parmi les procédés d'extraction, ceux qui sont dans le cas de diminuer la durée de l'opération et d'en augmenter le rendement. Or nulle expérience chimique en grand ne serait en état de résoudre d'une manière péremptoire l'une ou l'autre de ces questions. Supposez, en effet, que, fidèle aux principes de l'ancienne méthode, laquelle établissait, entre le sucre cristallisable et le sucre incristallisable, cette différence que le premier était insoluble dans l'alcool à 97° distillé trois fois sur la chaux vive, menstrue dans lequel la mélasse se dissout facilement; supposez, dis-je, qu'on mette en contact des tranches minces de betterave avec de l'alcool de ce titre; on aurait tort de conclure que la mélasse n'existe pas dans la plante, parce que l'alcool ne lui enlèverait aucune parcelle de cette substance; car une tranche de betterave renferme, dans son tissu, des cellules de petit calibre, que le tranchant du couteau n'éventre pas toutes, et qui élaborent pour la plupart du mucilage et de l'albumine végétale. Or il pourrait se faire que la mélasse existât dans les plus minimes cellules, que le tranchant du couteau le plus fin ne serait pas en état d'effleurer même; et, dans ce cas, non-seulement ces petites cellules ne céderaient rien de leur contenu à l'alcool, mais elles seraient même protégées, contre l'action de ce menstrue, par le mucilage que l'alcool aurait coagulé. D'un autre côté, on raisonnerait de la mélasse renfermée dans les plantes, d'après les caractères qu'offre la mélasse après son extraction; et il est souvent probable que celle-ci pourrait être soluble dans l'alcool anhydre, sans que l'autre le fût en aucune manière. En effet, après son extraction, la mélasse est déliquescente, imbibée d'eau, ce qui est dans le cas de rendre le sucre soluble dans l'alcool anhydre; tandis que, dans la plante, elle pourrait être à l'état concret, ce qui contribuerait à la rendre insoluble, comme le sucre concret, dans

l'alcool anhydre ; en sorte que le plus long séjour d'une tranche de betterave la plus riche en mélasse (dans le cas où celle-ci serait une substance *sui generis*) n'en céderait pourtant pas une parcelle à ce menstrue. En conséquence, une expérience semblable ne prouverait rien, ni sur la présence, ni sur la topographie de la substance saccharine. L'analogie démontre suffisamment que la mélasse est le produit de la manipulation, et que le prétendu sucre incristallisable n'est qu'un mélange d'un peu de sucre cristallisable et de toutes les autres substances qui sont élaborées par tout autant de cellules distinctes dans la plante, et qui viennent se confondre dans la chaudière en un chaos désormais inextricable ; mélange de sucre, d'eau, de gluten, de ligneux, de matière colorante et d'un acide , qui prête à tous ces éléments à la fois une égale solubilité dans l'eau et dans l'alcool.

3201. J'ai eu recours à des procédés plus rationnels pour reconnaître la région du sucre ; j'ai cherché à l'observer dans l'organe qui l'élabore, et ma tentative a été couronnée d'un incontestable succès (*). Pour l'intelligence de ce qui va suivre, je rappellerai que le sucre cristallisable contracte une superbe couleur purpurine, dans un mélange d'albumine et d'acide sulfurique (3168). Mais comme la mélasse extraite par la fabrication est un mélange de sucre et de sucs albumineux, il suffira, pour qu'elle contracte une couleur purpurine, de la mettre en contact avec l'acide sulfurique seul. On conçoit qu'avec ce double réactif nous aurons un moyen de peindre aux regards les organes sacchariféres de la betterave , d'en marquer en couleur la région , comme on colorie au lavis une carte topographique ; et pour que la démonstration soit encore plus pittoresque, il sera bon de se servir des betteraves de la variété rose. Soit une racine de ce genre qu'on aura fendue longitudinalement par une coupe qui passe par son axe : on remarquera, au centre de la calotte supérieure, une région verdâtre, qui est comme le cœur de la végétation aérienne future, et au-dessous, la substance de la racine offrira une surface marbrée de rose et de blanc. Les taches blanches forment un réseau, dont les mailles emprisonnent les taches rouges ; elles se composent spécialement de vaisseaux , c'est-à-dire de cellules allongées, tandis que les taches rouges se composent de cellules polyèdres et hexagonales sur leur pourtour. Qu'on place, en effet, sur le porte-objet du microscope, une tranche de minime épaisseur, on aura sous les yeux une ligne de vaisseaux, opaque par réfraction , et blanche par réflexion (568) , bordée de chaque côté de cellules allongées, blanches et diaphanes; et cette voie lactée sera bordée de chaque côté d'une couche de cellules colorées en rose, hexagonales et affectant toutes à peu près les mêmes dimensions. Or, que l'on verse sur cette tranche une goutte d'acide sulfurique seul, les cellules roses se décoloreront en jaune, mais la voie lactée changera à peine d'aspect. Si, au contraire, on y verse de l'acide sulfurique albumineux (3168), un instant après les cellules roses seront devenues jaunes, et les vaisseaux opaques de la voie lactée offriront une belle coloration purpurine, en laissant échapper dans le liquide leurs spires en forme de tire-bouchons. Ces vaisseaux sont donc, par leur structure, les analogues des vaisseaux du tronc (**) ; et la substance qu'ils élaborent est le sucre pur et presque concret; car s'il y était liquide, le vaisseau serait transparent et limpide. Les cellules hexagonales renferment le mucilage et la matière colorante.

3202. Il en est donc, sous ce rapport, de la betterave comme du tronc de l'érable, comme de l'entre-nœud de la canne à sucre, et comme de la baie du raisin ; c'est dans les vaisseaux que s'élabore le sucre. Or, dès ce moment, rien ne serait plus facile que l'extraction du sucre de betterave, si ce que nous nommons les vaisseaux des plantes était analogue au réseau vasculaire des animaux, c'est-à-dire si leurs vaisseaux communiquaient tous les uns avec les autres ; il suffirait, en effet, de trancher la betterave par l'extrémité, pour en obtenir une hémorragie saccharine, dont on faciliterait l'écoulement par la macération dans l'eau. On obtiendrait un résultat presque aussi facile, si les vaisseaux de la betterave étaient des cellules allongées, qui s'étendissent comme chez les troncs d'arbres, de la base à la couronne de l'arbre ; quelques entailles, pratiquées çà et là dans l'épaisseur de la racine pivotante, épuiseraient, au bout de vingt-quatre heures, la racine, de la majeure partie de son sucre à l'état d'une grande pureté. Mais, chez la betterave, les vaisseaux ne sont que des cellules

(*) Voyez *la Flandre agricole et manufacturière*. Nov. 1835 et 1837.

(**) Les botanistes pensaient que les racines ne possèdent point de vaisseaux à spire ; le réactif ci-dessus les mettra à même de se convaincre de leur erreur, et de poursuivre les vaisseaux spirifères jusqu'à l'extrémité la plus déliée de toute espèce de racine.

allongées et très-peu longues; elles dépassent à peine en général, dans leur plus grand diamètre, un millimètre, et elles sont imperforées à leurs deux bouts, tandis que chez les troncs des arbres, les plus anciennes de ces cellules séveuses n'ont d'autres limites que celles du tronc. Pour extraire donc le sucre de la betterave, il faut éventrer les cellules saccharifères, par des moyens qui éventrent en même temps les cellules glutinifères et autres; il faut tout confondre dans le même liquide, pour chercher ensuite à isoler. La difficulté de l'extraction ne provient que de cette artificielle confusion.

3203. Le sucre n'existe dans aucun des tissus verts de la betterave; et par conséquent on n'en trouve pas un atome dans la région verte, qu'on remarque au centre du collet supérieur.

3204. Il ne faut pas perdre de vue que la richesse d'une racine en sucre est en raison de la chaleur qui a présidé à son développement: et que, toutes choses égales d'ailleurs, les racines cultivées dans le Midi de la France doivent être plus riches en sucre que les racines cultivées dans le Nord; de même que les raisins du Midi sont plus sucrés que les nôtres. Dans tout ce qui regarde les évaluations, ne perdons jamais de vue l'influence du climat sur les résultats de la culture; ne nous hâtons pas de généraliser les applications, et appelons l'induction au secours de nos prévisions économiques. D'où il faut conclure encore que telle variété sera plus productrice dans tel climat que dans tel autre, et que le mode de culture même est dans le cas de varier d'un degré de latitude à l'autre. Essayez, et ne procédez jamais autrement à de plus grandes expériences.

2° Culture de betterave.

3205. On plante au mois d'avril dans le Nord, et un mois plus tôt dans le Midi de la France, en ayant soin de se servir d'une graine de deux à trois ans, appartenant à la variété que l'expérience a constaté être la plus convenable au sol et au climat de la localité. La graine d'un an donne des plants qui monteraient en graines la première année (3196). Dans le Nord, on sème en lignes et à la main, en déposant une à une les graines dans de petits trous espacés de 12 pouces pour les terrains gras, et de 18 à 20 pouces pour les terres légères; et l'on recouvre du pied. On n'a recours au repiquage que dans le cas où quelques graines ont manqué. La méthode des semis en pépinière, pour repiquer ensuite à deux feuilles, ne convient pas à tous les terrains ni à tous les climats et exige de grandes précautions; car si la radicule naissante casse un peu trop haut, l'élaboration saccharifère est supprimée, et tout au plus le plant monte-t-il en tiges; si on la repique de travers, elle fourche et ne donne point de sucre; et si la sécheresse succède au repiquage, la plante se flétrit, avant d'avoir pu se mettre en communication avec le nouveau terrain. La méthode qui nous paraîtrait la plus rationnelle, pour ce mode de culture, serait de semer sur bandes, comme la garance, en laissant un espace vide entre chaque bande, d'enlever de larges mottes en piquant à une profondeur telle qu'on fût sûr que l'extrémité de la racine n'y serait pas encore parvenue; de déposer la motte sur une brouette, après lui avoir donné une bonne mouillure; d'enlever les plants un à un à la main, à l'instant où l'on aurait besoin de les repiquer, et d'avoir soin de pratiquer le trou aussi verticalement que possible, et d'y plonger la racine de toute sa longueur. On pourrait aussi tracer un sillon convenable avec une charrue brabançonne, adosser contre le versant les jeunes plants, qu'une seconde charrue recouvrirait en suivant immédiatement le planteur; ce qui abrégerait immensément la durée, et par conséquent les frais du repiquage, et en assurerait le succès.

3206. Les engrais employés à préparer la terre doivent être bien consommés; les engrais végétaux sont certainement les plus convenables; car plongée pendant une année dans un milieu fétide, la racine ne pourrait que transmettre au jus des substances capables d'altérer la qualité du sucre.

3207. La betterave, ainsi que toutes les racines pivotantes, est exposée à être dévorée, dès son apparition au-dessus du sol, par un insecte (la lisette ou tiquet, *altica oleracea*) qui s'attache à ses premières feuilles; l'on a vu des champs entiers qu'il a fallu ressemer de nouveau. Une inondation en débarrasse les champs pour l'année; mais lorsque ce dernier fléau ne vient pas préserver les champs de l'autre, l'agriculture ne possède pas jusqu'à ce jour de remède pour le conjurer.

On pourrait semer dru, en même temps que les graines de betterave, les graines de peu de valeur de certaines crucifères, afin que l'abondance des feuilles que l'insecte recherche sauvât la plus grande quantité de betteraves.

Les arrosages avec l'eau camphrée (3057), l'eau de tabac, ou avec l'eau de chaux, seraient dans le cas de le mettre en fuite; et ce moyen serait

bien moins dispendieux, si l'on semait d'abord en pépinière, pour repiquer ensuite ; on pourrait en effet, en opérant sur quelques centiares de terrain, sauver la récolte d'un hectare. Quoi qu'il en soit, au moyen d'une pompe-arrosoir, mobile sur quatre roues, il ne serait ni si difficile ni si coûteux d'asperger un champ avec un liquide préservateur.

3208. On procède à la récolte des betteraves aussi tard que le permettent les beaux jours ; dans le Nord, l'arrachage commence, selon les exploitations, au 1er septembre et dure jusqu'en décembre. On arrache au louchet, on décollette la racine avec le tranchant du même instrument, et on transporte les racines dans les conserves ou les silos, ou directement à la fabrique.

3° Procédés d'extraction du sucre de betterave.

3209. On lave les racines pour les dépouiller du sable et des impuretés qui s'attachent à leur surface ; de là, elles passent sous la râpe, qui en éventre les cellules, les mucilagineuses comme les saccharifères ; la pulpe est mise dans des sacs de forte toile que l'on soumet à la presse hydraulique, au moyen de laquelle on obtient jusqu'à 70 pour 100 de jus, et 83 pour 100 si on remet les sacs à la presse, après les avoir exposés à la vapeur, à la suite de la première pression. Ces trois opérations peuvent se succéder presque sans intermittence, à la faveur d'une mécanique que nous avons décrite pour l'extraction de la fécule de pomme de terre (1058). Mais il ne faudrait pas croire que la pression, même répétée, dépouille la pulpe de tout le jus qu'elle renferme ; il en est au contraire une grande quantité que cet effort emprisonne hermétiquement entre les diverses couches, et cette quantité s'élève en raison de la masse. La macération substituée à la pression, donnerait peut être des résultats moins heureux ; car elle ferait naître de nouveaux mélanges, dont la présence ne manquerait pas de compliquer encore les mélanges que le râpage a opérés, au détriment de l'extraction du sucre (3185). La pulpe, au sortir du pressoir, n'est donc pas exclusivement formée des parois ligneuses des cellules ; elle est encore assez riche en sucs albuminoso-sucrés pour offrir, sèche ou torréfiée, une excellente nourriture aux bestiaux et aux chevaux.

3210. Le jus de betterave doit être le moins possible abandonné à l'air, car c'est un mélange de substances éminemment fermentescibles ; on le verse dans une chaudière en cuivre de la capacité indiquée par l'importance de la fabrication ; on concentre en chauffant vivement ; et lorsque le liquide est arrivé à 70° de chaleur, on y verse une certaine quantité de chaux en bouillie claire, pour saturer l'acide, rendre à l'huile et à l'albumine leur insolubilité, et les ramener à la surface sous forme d'écume ; on éteint le feu, et lorsque toutes les écumes sont montées, on tire la liqueur limpide, en ouvrant le robinet du fond de la chaudière ; on enlève les écumes à la cuiller, et on les fait égoutter sur une étoffe de laine ; après quoi on les presse.

3211. On clarifie ensuite le jus avec le sang ou le lait mêlé à du charbon animal réduit en poudre ; à cet effet, on délaye à froid le sang et le sirop, dans la proportion d'un demi litre de sang par hectolitre de sirop à 8°. On agite et on ajoute alors un à deux kilogrammes de charbon fin ; on chauffe jusqu'à 55 et 60° ; on cesse d'agiter ; le charbon se précipite en partie, et les écumes surnagent avec l'autre partie ; on fait monter quelques bouillons, jusqu'à ce que les écumes se fendillent, et l'on s'assure que le jus n'est ni acide ni alcalin ; sauf à remettre de la chaux dans le premier cas et de l'acide sulfurique dans le second, ce qui occasionne un nouveau précipité spumescent d'albumine, abandonnée à son insolubilité par la saturation de l'un ou l'autre menstrue. Au lieu de mêler ensemble le sang et le charbon, d'autres fabricants jettent le jus préparé par le sang seul, sur un filtre recouvert d'une couche de charbon animal ou de poudre de charbon en grains.

3212. Après la clarification, on cuit le sirop, comme nous l'avons dit à l'égard du sucre de canne ; on le verse dans des formes, l'on *claircé*, et l'on raffine par les mêmes procédés que ci-dessus.

3213. La fabrication en grand n'a retiré jusqu'ici que $5\frac{1}{2}$ à 6 de sucre pour 100 ; on annonce de toutes parts des résultats de rendement bien supérieurs, et qui s'élèveraient, selon les uns, à 8 pour 100, et selon les autres, à 11 et même 13. Ces annonces sont peut-être hasardées, mais elles n'offrent rien d'exagéré en théorie ; car si la manipulation obtient 5 pour 100 de sucre, il est évident à mes yeux que la betterave renferme au moins 12 pour 100 de jus. Mais pour qu'un semblable rendement se réalise, il faut qu'on arrive à des procédés de la plus grande simplicité.

*b* Inductions théoriques et pratiques que nous soumettons à l'expérimentation de MM. les fabricants.

3214. Tous les procédés d'extraction qui suivent la pression ont pour but de soustraire le sucre, autant qu'on le peut, à l'altération du feu, et de le débarrasser du chaos des corps étrangers que le râpage a confondus avec cette substance. L'exposition du jus à l'air y provoque la fermentation alcoolique, car le sucre s'y trouve en contact avec du gluten ou albumine végétale. L'acidité du jus qui sert à dissoudre l'albumine s'opposerait à la cristallisation du sucre et à son extraction; il faut saturer l'acide (peut-être *acide tartrique ?*) pour coaguler l'albumine sous forme d'écume, et l'on se sert de la chaux, qui forme un sel moins soluble et s'emprisonne dans les écumes en entier. Mais comme on n'est jamais sûr du point de saturation, et qu'on emploie toujours de la chaux en petit excès, il faut recourir à l'acide sulfurique, pour saturer et précipiter à son tour la chaux à l'état de sulfate de chaux. On concentre et on clarifie au sang, pour envelopper une nouvelle quantité de substances étrangères coagulables, au moyen de l'énergique coagulation du sang. On cherche à maintenir le feu à une température peu élevée pendant la concentration, pour ne pas transformer le sucre en gomme. Taylor, afin d'évaporer à un degré plus favorable, opère l'ébullition au moyen de la vapeur. Brame-Chevalier diminue la pression atmosphérique, et partant produit l'ébullition à un degré plus bas, en faisant passer de l'air chaud à travers le jus. Howard obtient des résultats incontestablement plus avantageux, en opérant la cuisson pour ainsi dire dans le vide, au moyen du jeu d'énormes pompes aspirantes et foulantes appliquées au récipient évaporatoire. Mais les perfectionnements apportés à tous ces procédés sont loin d'avoir rempli tout ce qu'on avait d'abord été tenté d'en attendre, parce qu'on a toujours cherché à opérer sur des inconnues, à perfectionner les moyens, avant de s'être fait une idée rationnelle des phénomènes. Que voulez-vous? nous aimons tout ce qui est grand à la vue, les grandes machines et les grands leviers; et les phénomènes sont bien petits, car ils résident dans un atome. MM. les fabricants, ne perdez pas de vue que c'est avec des atomes qu'on fait des kilogrammes; que le sucre que vous réunissez en pains est élaboré par une cellule de quelques fractions de millimètre; enfin et en un mot, *qu'il n'y a de petit dans la nature, comme dans la fabrication, que les petits esprits.* Nous allons vous soumettre de bien petites choses, mais il est probable qu'elles vous mèneront à des choses plus grandes.

3215. 1° La betterave abonde en sucs gommeux, mucilagineux et sucrés, joints à une grande quantité de sels libres, sans parler de ceux qui sont combinés, pour former les parois des cellules et des vaisseaux. Mais la gomme et le mucilage, ainsi que les parois des cellules qui forment le ligneux, peuvent être transformés en sucre de raisin par l'action de l'acide sulfurique. Ne pourrait-on pas tirer un grand parti de l'emploi de l'acide sulfurique en faible quantité, dès les premiers moments que l'on soumet le jus à la chaleur? On débarrasserait ainsi le sucre de tous les sucs qui s'opposent à sa cristallisation, et on ajouterait à sa substance une substance qui n'en diffère que par quelques propriétés de fort peu d'importance dans un mélange. On saturerait ensuite l'excès d'acide par la chaux.

3216. 2° Dans le procédé ordinaire, on emploie la chaux, qui a pour but de saturer l'acide végétal, au moyen duquel l'albumine végétale est tenue en dissolution dans le jus. Mais la chaux qui, dans ce cas, coagule l'albumine en écumes, s'attaque aussi aux sels ammoniacaux, dont elle dégage l'ammoniaque; et cet alcali volatil vient à son tour rendre solubles les huiles répandues en globules dans le jus, et en former un savon qui altère autant la saccharification que le faisait l'albumine soluble. L'emploi de l'acide sulfurique, dont on se sert pour saturer l'excès de chaux, n'agirait sur ce savon que pour mettre en liberté la portion oléagineuse, qui a la propriété de reprendre sa forme globulaire (650), et ne se coagule pas en larges plaques en recouvrant son insolubilité dans l'eau. La clarification au sang enveloppe, comme dans un filet, une immense quantité de ces globules, mais avec une quantité de sucre proportionnelle; elle produit un avantage au moyen d'un déchet. Le charbon animal agit d'une manière plus spéciale sur le savon et l'albumine dissoute, à la faveur d'un acide volatil ou de l'alcali; car, par la propriété qu'il possède d'absorber et de condenser dans ses pores les substances gazeuses, le charbon enlève au savon et à l'albumine l'ammoniaque qui leur servait de menstrue; et en vertu de cette aspiration inorganique, chaque grumeau noir se couvre d'une couche d'huile et d'albumine précipitée, qui ne se répandent plus dans l'eau, à cause de leur adhérence à un corps solide. Le filtre, en

arrêtant les molécules charbonnées, arrête par conséquent du même coup l'huile et l'albumine, qui, sans cette circonstance, auraient passé, sous forme de globules incommensurables, à travers les mailles de la toile à filtrer. C'est là la théorie la plus rationnelle de la clarification au charbon. On ne doit l'employer que pour débarrasser un jus des substances albumineuses ou oléagineuses dont le menstrue est ammoniacal. De cette manière, on *défèque* par la chaux, pour coaguler en bloc tout ce qui ne doit sa solubilité qu'à l'acide; on défèque par le charbon pour coaguler tout ce qui est rendu soluble par l'ammoniaque; après cette double précipitation, le jus ne renferme plus que du sucre et des sels solubles; mais il renferme bien moins de sucre qu'auparavant, une énorme quantité ayant été emprisonnée, et dans les grumeaux microscopiques formés par la double clarification, et surtout dans la pulpe aplatie sous la pression.

3217. 3° En concentrant par la chaleur, on rapproche non-seulement les molécules sucrées entre elles, mais encore les molécules sucrées avec les molécules terreuses et salines; on combine la molécule organique avec la molécule inorganique; on transforme par conséquent le sucre en gomme, c'est-à dire en un tissu commençant; nouvelle perte pour le rendement; la cuite organise le sucre en mélasse. Ainsi le sucre existe dans les écumes, dans le charbon, dans la mélasse; mais il s'y trouve tellement emprisonné et tellement mélangé, que le départ, ou en est impossible, ou ne présenterait aucun bénéfice à la fabrication.

3218. 4° Ne serait-il pas possible d'extraire avec profit tout ce sucre avarié, en reprenant les écumes, le charbon et la mélasse, les traitant par l'acide sulfurique faible, pour désorganiser les tissus et les transformer eux-mêmes en une espèce de sucre qui se joindrait au sucre ordinaire, sans en modifier d'une manière sensible les qualités et l'aspect?

3219. 5° Nous avons déjà fait observer que si le système improprement appelé vasculaire des plantes était organisé sur le même plan que celui des animaux, il suffirait de couper le bout de la betterave pour en soutirer, par le procédé de la macération, toute la substance saccharine; car c'est dans la capacité des vaisseaux de la racine pivotante que cette substance est incluse. La macération ne laisserait pas que d'offrir encore des résultats heureux, si, comme chez les troncs aériens, les organes vasculaires de la betterave étendaient leurs cylindres imperforés de la base de la racine jusqu'au collet de la plante; car, à la faveur de deux ou trois coupes transversales, on serait sûr de vider ces organes de leur sucre, sans éventrer un trop grand nombre de cellules mucilagifères; et les opérations de l'extraction se réduiraient alors au lavage, au coupage, à la macération et à l'évaporation, sans défécation et sans clarification. Mais il n'en est point ainsi chez la betterave; les vaisseaux sacchariféres imperforés par les deux bouts sont d'une dimension microscopique; en sorte que la lame tranchante qui les ouvre, éventre en même temps un nombre bien plus considérable de cellules mucilagifères. Si vous soumettez la pulpe à la pression, vous en exprimez seize fois plus de mucilage que de sucre; vous pétrissez ensemble deux substances contraires, qu'il devient dès lors très-difficile d'isoler. Si vous substituez la macération à la pression, non-seulement vous obtiendrez les mêmes proportions entre les éléments hétérogènes du mélange, mais encore vous serez exposé à retirer moins de sucre que par le procédé précédent, parce que l'eau, ne se trouvant en contact qu'avec un petit nombre de surfaces, ne saurait atteindre la quantité de sucre renfermée dans les vaisseaux que n'a point attaqués la lame du coupe-racine. D'un autre côté, la capillarité s'opposera à l'écoulement du sucre. Si vous opérez à l'eau froide et à la température ordinaire, la fermentation ne tardera pas à s'établir dans le jus macéré. Si vous opérez à l'eau chaude, vous préviendrez la fermentation, mais vous n'éviterez ni le déchet ni le mélange; vous ne ferez peut-être que le rendre plus intime en prolongeant la durée de l'opération. L'expression est en conséquence préférable à un procédé quelconque basé sur la macération.

3220. 6° Les ténèbres exercent, sur la fermentation des sucs végétaux, une influence dont on n'a pas tenu compte jusqu'à ce jour. Nous sommes convaincu que la fermentation de la grappe ne donnerait pas les mêmes résultats dans un vase exposé à la lumière que dans nos caves souterraines. En conséquence, nous pensons que la divergence dans les résultats de rendement et de fabrication tient en majeure partie à la différence de l'exposition et de la localité; nous serions porté à croire que le bâtiment le plus convenable à la fabrication des sucres de betterave, jusqu'à la cristallisation exclusivement, serait celui dont la toiture donnerait le plus de lumière, et dont la voûte s'élèverait plus haut; quant à la cristal-

fusion, nous conseillerions de l'opérer dans des couloirs profonds munis d'une seule fenêtre éclairée à l'une de leurs extrémités. Nous appelons l'attention du fabricant sur ce point de vue. Nous avons de bonnes raisons de croire que ces idées ne sont pas dépourvues d'intérêt.

3221. 7° La chaux, comme alcali, a, sur les tissus et les substances organisatrices, un pouvoir désorganisateur qui tend à les charbonner, en s'hydratant à leurs dépens. Son emploi en trop grande quantité serait de diminuer le chiffre du rendement en sucre, en désorganisant le sucre comme tous les autres tissus répandus dans le même liquide. L'abondance de la portion aqueuse du jus amoindrit, mais ne détruit pas tout à fait les effets de cette influence; car la chaux, en tombant dans l'eau, rencontre tout aussi bien les molécules organiques que les molécules aqueuses, et s'hydrate tout autant aux dépens des unes qu'aux dépens des autres. Or la chaux étant peu soluble dans l'eau, on est forcé d'en employer, pour la défécation, un excès qui ne saurait manquer à la longue de réagir sur le sucre, après avoir exercé son action coagulatrice sur l'albumine végétale. En substituant un alcali soluble, la potasse ou la soude, à la chaux, on pourrait agir sur de moins grandes quantités; mais il serait difficile de débarrasser ensuite le sirop du sel soluble; la potasse rendrait la cristallisation déliquescente; les sels de soude cristalliseraient avec le principe saccharin, à moins qu'on ne trouvât un certain profit à précipiter l'alcali par l'acide tartrique. Ajoutez à ces considérations que la chaux se combine avec le sucre, et le transforme en gomme et en tissu commençant (3154).

3222. 8° L'ammoniaque a la propriété de concréter le sucre et de dissoudre ou de rendre filant le mucilage. Ne serait-il pas possible d'appliquer cette double propriété à l'extraction du sucre de betterave, en plongeant d'abord la betterave entière dans l'ammoniaque liquide ou gazeuse, et puis filtrant par un filtre à claire-voie, qui retiendrait les grumeaux ammoniacaux saccharins, et laisserait passer le mucilage? Pour débarrasser ensuite le sucre de l'ammoniaque, on l'exposerait à l'air, ou à l'étuve, ou dans un alambic, sur un feu très-doux, 30 à 40° seulement, en recueillant l'ammoniaque dans un acide fixe.

3223. 9° La racine étant préalablement lavée, desséchez-la de manière qu'elle ne renferme plus une quantité appréciable d'eau, résultat qu'on obtiendrait par le vide produit au moyen d'un système, même grossier, de pompes foulantes et aspirantes; triturez en poudre assez fine la betterave; la poudre renfermera le mucilage emprisonné dans ses cellules et coagulé par la dessiccation, ainsi que le sucre isolé et en poudre, pur de toute combinaison. Si les molécules du mucilage affectaient un volume plus grand que celles du sucre, il suffirait de tamiser pour obtenir à part le sucre tout cristallisé. Mais il n'en sera pas probablement ainsi, et la meule aura donné à toutes les molécules un égal volume. Quoi qu'il en soit, la dessiccation aura rendu le mucilage moins soluble que le sucre, celui-ci se dissoudra plus vite que celui-là dans l'eau; en sorte qu'en filtrant à une certaine époque, le sucre sera dans le cas de passer presque pur, et les tissus mucilagineux resteront sur le filtre. Pour accélérer encore davantage la dissolution, il sera bon d'agiter continuellement le liquide dans une chaudière ou un vase en tonneau. La concentration d'une dissolution aussi pure pourrait se faire à froid et par évaporation au moyen du vide; et pour cela, il ne faudrait des machines ni si puissantes ni si compliquées; un grand courant d'air déterminé par un ventilateur pourrait remplacer avec succès la machine à produire le vide.

3224. 10° Nous félicitons MM. les fabricants du Nord d'avoir déjà fait à leur noble industrie de nombreuses applications du nouveau système; mais tout n'est pas fini sous ce rapport; et nous pressentons qu'en continuant dans cette voie, ils porteront le rendement à un chiffre qui paraîtrait exagéré si nous l'énoncions d'avance. Qu'ils ne perdent jamais de vue que l'étude de l'organisation est l'œil de la chimie organique, ainsi que de toute opération industrielle, qui manipule sur les substances extraites des animaux ou des végétaux.

## § VIII. *Extraction du sucre de raisin.*

3225. Nous comprendrons sous ce nom le sucre, soit qu'il existe naturellement dans les fruits: raisin, figues, pruneaux, miel, châtaignes, champignons, chiendent, urine des diabétés; soit que l'on produit artificiellement en traitant le ligneux ou l'amidon par l'acide sulfurique (1162). Il ne diffère du sucre de canne, ou sucre des racines verticales et pivotantes, que par son mode de cristallisation. Le mode d'extraction en varie selon la composition du suc de la plante d'où on l'extrait, et selon la nature des acides ou des sels qui se trouvent associés au sucre dans le jus.

3226. SUCRE DE RAISIN. — C'est à Proust (*) que nous sommes redevables de ce que nous savons sur l'extraction du sucre de raisin. Ce sucre cristallise spontanément dans les raisins secs ; la cristallisation en est tuberculeuse et en choux-fleurs. Mais si on cherche à l'obtenir au moyen de l'alcool, elle a lieu en prismes assez durs, à faces rhomboïdales, et en tablettes analogues à celles du sucre de canne (3059) ; ce qui indique déjà que dans le premier cas la différence de cristallisation ne provient que d'un mélange, et probablement de la présence des sels tartriques qui abondent dans les fruits, surtout dans le raisin, et qui manquent absolument dans les racines. En effet, le jus du raisin renferme en dissolution ou en suspension, le sucre, le gluten dissous par l'acide tartrique libre, du tartrate de potasse acide, du tartrate de chaux, et autres sels en quantités moins appréciables, Pour débarrasser le jus de son gluten, on emploie la craie ou le marbre en poudre, ou tout autre calcaire, qui se combine avec l'acide tartrique libre ; il se produit une effervescence due au dégagement de l'acide carbonique ; le gluten se grumèle, mais ne se prend pas en masse albumineuse; on en débarrasse la liqueur par la clarification au blanc d'œuf, ou au sang (3211), ou au noir animal ; on évapore dans une chaudière de cuivre jusqu'à ce que le jus marque 35° bouillant ; on verse dans un rafraîchissoir, où, au bout de quelques jours, il est pris en une masse cristalline peu compacte, que l'on met égoutter, que l'on lave, et que l'on soumet à une forte pression. Le sirop qui s'écoule donne de nouveaux cristaux par une nouvelle concentration.

3227. Or, en réfléchissant sur la filière de ces procédés, il est impossible de ne pas voir que les cristaux que l'on obtient doivent, quoi qu'on fasse, contenir une grande quantité de tartrate de potasse, sel qui n'est jamais si soluble que lorsqu'il est neutre ; en sorte que la cristallisation du sucre, lorsqu'on l'extrait du raisin, doit affecter alors des formes tout à fait différentes de celles que nous lui avons reconnues, lorsqu'on l'extrait des troncs ou des racines pivotantes des végétaux, chez qui le tartrate de potasse semble avoir été remplacé par le tartrate de chaux. Aussi les cristaux reprennent-ils leurs formes naturelles, lorsqu'on les obtient, non par l'eau, mais par l'alcool; mais alors l'eau de cristallisation est remplacée par de l'alcool de cristallisation (151). De là vient aussi que, lorsqu'on combine l'oxyde de plomb avec le sucre de raisin, le mélange brunit et répand une odeur de sucre brûlé pendant la dessiccation ; car le tartrate de potasse ne supporte pas une température aussi élevée que le sucre. Et ce qui confirme encore davantage cette hypothèse, c'est que l'analyse élémentaire du sucre de raisin est presque celle de l'acide tartrique ; en sorte qu'on trouve presque l'analyse du sucre de raisin, en combinant ensemble les chiffres du sucre de canne et ceux de l'acide tartrique ; et je suis persuadé qu'on ferait de toutes pièces du sucre de raisin, en mêlant le tartrate acide de potasse avec du sucre de canne, et *vice versâ ;* qu'on transformerait ensuite le sucre de raisin en sucre de canne, en traitant d'abord le jus clarifié par l'acide tartrique, pour précipiter le tartrate de potasse à l'état cristallin, et puis l'excès d'acide tartrique par la craie.

3228. Le sucre occupe, chez le raisin, les mêmes organes que chez la betterave ; il est renfermé, à l'état de la plus grande pureté, dans le réseau pseudo-vasculaire qui compose la charpente de ce fruit. Le gluten forme les parois de la plupart des cellules qui élaborent la gomme; et l'acide tartrique circule peut-être dans les interstices cellulaires, qui sont le véritable réseau vasculaire des organes végétaux.

3229. C'est à la réaction de cet aicde sur le principe gommeux qu'est due la saccharification du fruit, c'est-à-dire sa maturation ; et c'est ensuite à la réaction du gluten sur ce sucre qu'est due la fermentation alcoolique, qui transforme le jus du raisin en vin, ainsi que Fabroni l'avait admirablement bien expliqué, avant que les courtisans eussent adjugé le mérite de cette théorie au ministre Chaptal. Toute autre espèce d'acide a la propriété de transformer les substances gommeuses du jus en sucre analogue à celui du raisin: et l'acide sulfurique n'agit pas autrement que l'acide végétal ; seulement son action est plus énergique.

3230. A l'époque de la plus rude influence du système continental, en 1810, on remplaçait, en France, le sucre par du sirop du raisin, dont la préparation ne différait de celle de ce sucre

(*) Napoléon avait proposé un prix de 100,000 fr. au chimiste qui découvrirait les moyens d'extraire avec économie le sucre de nos plantes indigènes, de manière à pouvoir fournir à la consommation de la France, qui se trouvait privée, par suite du système continental, de l'importation du sucre des colonies. Proust gagna le prix, mais n'en reçut pas la somme; Napoléon lui imposait en effet la condition d'exploiter ses découvertes ; et Proust ne se reconnut pas les qualités requises pour être fabricant.

qu'en ce qu'on évaporait jusqu'à 32° B. seulement, et qu'ensuite, pour prévenir la fermentation, on mutait les tonneaux qui servaient à le conserver, en y brûlant des mèches soufrées, ou en y instillant une petite quantité d'acide sulfureux liquide. Ce sirop servait à sucrer le café et l'eau, mais principalement à remplacer le sucre de canne dans les compotes de prunes à l'eau-de-vie et les confitures de groseilles et de moût. Ce sirop est peu fermentescible; mais cependant, à la longue, la fermentation s'y établit. Aujourd'hui on n'en fait aucun usage; quand on nous fermerait toutes les mers, le pays ne sera plus jamais exposé à manquer de sucre.

3231. On se sert du moût de raisin, comme de celui de groseilles, etc., pour faire des confitures, dont la préparation et l'aspect varient selon les divers pays. Dans les pays méridionaux, où le raisin est beaucoup plus sucré que glutineux et acide, on concentre le moût; et lorsqu'il a acquis une consistance presque sirupeuse, on y jette des fruits, des écorces d'orange ou de melon; on laisse cuire quelque temps, on retire du feu, et l'on emplit de cette préparation de grands pots vernis que l'on recouvre d'un papier. Ce genre de confiture a l'aspect noirâtre de notre détestable raisiné parisien; mais il a un goût exquis et sucré, et l'on sent, en le mangeant, la substance saccharine croquer sous la dent. N'imitez pas les procédés lorsque vous n'avez pas les mêmes substances à leur soumettre; le raisin du Nord vous donnerait une détestable confiture par le procédé du Midi. Dans le Nord, ajoutez à force de la craie, ou du marbre, ou du calcaire à votre moût de raisin; écumez, et ne concentrez que lorsque le moût ne sera plus acide, si vous voulez transformer votre raisiné en confitures de ménage des habitants du Midi. Mais, d'un autre côté, le raisin du Midi ne vous donnera pas la gelée vermeille des groseilles du Nord, à moins que vous ne le preniez bien avant sa maturité complète et à l'état de verjus; car la gelée provient du gluten dissous par l'acide, et chez les raisins mûrs, l'acide a presque disparu en entier par la saccharification. On détruirait sans retour la gelée de groseilles, si on en traitait le jus étendu par la craie; mais aussi, en concentrant le jus de groseilles, on obtiendrait, il est vrai, une gelée tremblotante, mais une gelée acide, et d'une acidité insupportable; il faut ajouter au jus le sucre dont, à cette époque, le fruit manque. Pour cela, on épluche un à un le grain afin de le débarrasser du pédoncule et du calice qui communiqueraient au jus une certaine amertume; on met les grains sur le feu, pour les y faire crever par la dilatation du liquide et de l'air interstitiel; on passe au tamis en les écrasant. On mêle le jus à une égale quantité en volume de sucre en poudre; on fait évaporer jusqu'à consistance sirupeuse, et on verse dans des petits pots blancs évasés. Pour préserver la gelée du contact de l'air, on en recouvre le lendemain la superficie d'un papier mouillé, qui s'applique tout autour des parois du vase, et l'on recouvre le vase d'un papier ordinaire que l'on ficelle autour du bord. On mêle aussi une certaine quantité de framboises, pour aromatiser les groseilles. La gelée qu'on obtient est rose, transparente, devenant de plus en plus foncée avec le temps, par la réaction de l'acide sur les tissus organiques, et de plus en plus grenue par l'évaporation des parties aqueuses et la concentration progressive de la substance. On conserve ces gelées à l'obscurité dans les armoires.

3232. Sucre de miel. — Le miel est une substance jaune plus ou moins claire, dont les abeilles remplissent les alvéoles de leurs rayons ou gâteaux de cire, soit pour leur approvisionnement des premiers beaux jours de la fin de l'hiver, soit pour servir de nourriture à leurs jeunes larves, à leur *couvain*. C'est le produit d'une élaboration spéciale de leur digestion stomacale, ou plutôt d'une espèce de rumination, en vertu de laquelle elles ont la faculté de rejeter au dehors une partie des sucs sucrés qu'elles ont puisés dans les nectaires des fleurs et sur la surface de certaines feuilles, dont l'autre partie est élaborée au profit de leur propre digestion. Quant aux parois des alvéoles de leurs gâteaux, c'est avec le pollen des fleurs qu'elles les pétrissent; et pour suffire à cette œuvre d'une admirable régularité, la nature a donné à deux de leurs pattes une structure telle, qu'elles s'en servent en même temps et comme de moyen de transport, et comme de truelle. A l'époque de la castration des rayons de miel, il s'y trouve donc trois espèces différentes de substances : la cire qui forme les parois des alvéoles hexagonaux, le miel qui remplit chaque alvéole, et les larves ou *couvain* qui reposent dans un certain nombre d'alvéoles. Pour séparer le miel de la cire, on soumet les rayons au pressoir; le miel coule pur, dès que l'alvéole est crevé, parce qu'il coule en obéissant à son propre poids; mais dès que la pression devient plus forte, elle écrase les larves, dont les sucs et les tissus viennent, en se mêlant avec le miel, en

altérer les qualités; on a donc soin de ne pas mêler ensemble le miel de la première période avec celui de la seconde; et pour distinguer nettement le point où l'une finit et où l'autre commence, on ferait bien d'employer la loupe, afin de s'orienter par les caractères physiques des tissus. Lorsque le miel a cessé de couler et que les gâteaux ont été aplatis, pour isoler la cire du couvain et du miel dont elle est imprégnée, on jette les gâteaux dans l'eau bouillante, enfermés dans des sacs de toile qui servent de filtre et retiennent le couvain; la cire fond, l'eau se charge de tout ce qui n'est pas elle; et par le refroidissement la cire vient se figer à la surface. Dans cet état elle est colorée en jaune, et pour la blanchir il faut l'exposer en forme de rubans à la rosée.

3233. Le miel, étant le produit de l'élaboration des sucs sucrés des fleurs, doit varier en qualité, selon la nature du climat et de l'exposition, selon l'espèce de fleurs sur lesquelles l'abeille est forcée de butiner. Aussi le miel du Midi de la France l'emporte-t-il sur celui du Nord; le miel des montagnes couvertes de plantes odoriférantes, de thym et de lavande, l'emporte-t-il sur celui de la plaine. En un mot, il en est du miel comme du raisin; dans le Midi il est beaucoup plus sucré et beaucoup plus parfumé que dans le Nord; dans le Nord il est plus riche en gluten et en acide que dans le Midi. Le miel du mont Hymette et du mont Ida occupait la première place chez les anciens. En France, le miel de Narbonne et du Gatinais l'emporte sur tous les miels indigènes: le plus mauvais de tous est celui de Bretagne, non-seulement à cause de la malpropreté avec laquelle on l'extrait, mais surtout encore à cause que les abeilles, en s'éveillant de leur léthargie d'hiver, ne trouvent d'autres fleurs sucrées à butiner, à cette époque, que le *sarrasin*. Par la même raison, il serait dangereux d'élever des abeilles dans les champs où ces insectes ne trouveraient à la disposition de leurs premières récoltes, que la jusquiame, les azalées, ou autres plantes vénéneuses; contre-temps qu'on n'a pas à redouter dans le Midi de la France, où les fleurs des labiées et des arbres à fruit devancent les premiers beaux jours du printemps.

3234. Le miel est donc un mélange variablement compliqué de sucre, de substances glutineuses et acides, et de sels. Or, d'après les principes que nous avons émis sur les résultats chimiques des mélanges (3180), il doit paraître évident que l'extraction du sucre de miel ne sera jamais que partielle, et qu'une grande partie de cette substance restera associée invinciblement au gluten rendu soluble par la présence d'un acide, et qu'en conséquence on obtiendra deux espèces de substances sucrées, l'une pure et cristallisable, et l'autre mélangée de substances solubles dans les mêmes menstrues qu'elle, et dont la présence s'opposera sans retour à sa cristallisation. L'acidité même de cette dernière, en la rendant déliquescente, lui communiquera une solubilité dans l'alcool anhydre, dont sera privée la quantité obtenue à l'état de pureté par la cristallisation. De là, dans l'ancienne chimie, deux espèces distinctes de sucre, l'une cristallisable, et l'autre non cristallisable. Mais à ce prix, nous le répétons, le miel renferme plus d'un genre de sucre, et la nomenclature a été trop modeste dans ses créations.

3235. Le sucre cristallisable du miel retiendra toujours une certaine quantité des substances, dont le mélange s'oppose à la cristallisation de l'autre. Il ne diffère de celui-ci que par les proportions du mélange; de là vient que son mode de cristallisation diffère des sucres obtenus à l'état de pureté. Il en coûterait trop en fabrique de purifier le sucre de miel, de manière à le rendre identique par la forme avec le sucre de canne; les frais d'extraction l'emporteraient sur le produit. Mais dans le laboratoire, on l'amènerait à cet état physique, si on voulait se donner la peine de le dépouiller de tout ce à quoi il est mêlé.

3236. Si donc on traite le miel par le charbon animal et la craie (3189) dans la proportion d'une partie de craie, 5 parties de charbon animal sur 100 parties de miel, dissoutes dans 10 parties d'eau, on en obtiendra, comme du jus de raisin, un sirop dont Lowits le premier a recommandé l'usage; mais le sirop préparé par ses procédés conserve toujours une certaine odeur de caramel. On place le miel dissous dans l'eau sur le feu; après une ébullition de deux minutes, on ajoute le charbon, puis un blanc d'œuf par deux kilogrammes de miel; on agite pendant deux autres minutes, on retire du feu, et au bout d'un quart d'heure on passe le sirop à travers la chausse.

3137. SUCRE DE CHAMPIGNON. — On l'a retiré des *Agaricus acris*, *volvaceus*; *Boletus juglandis*; *Phallus impudicus*; *Merulius cantharellus*; *Hydnum repandum* et *hybridum*; *Peziza nigra*; et on le retirerait également de toutes les espèces de fongosités qui se rangent sous la rubrique de ces différents genres. On

broie le champignon, on en délaye la pulpe dans l'eau, on filtre et on évapore jusqu'à siccité; on traite alors le résidu par l'alcool, qui se charge d'une substance d'un brun foncé; on concentre, et par le refroidissement l'alcool dépose une matière sucrée, que Braconnot a considérée comme une espèce particulière de sucre. D'après lui, cette substance blanche, moins douce que le sucre de canne, a une disposition fort remarquable à cristalliser; il suffit en effet d'enduire une paroi de verre d'une goutte de sa dissolution aqueuse, pour en obtenir des groupes de cristaux aciculaires rayonnants d'un centre commun; quand on opère sur une quantité plus considérable de liquide par évaporation spontanée, on obtient des cristaux prismatiques à base carrée. Exposé à l'action du feu, le sucre de champignon se boursoufle, et s'enflamme en exhalant une odeur de caramel. Mêlé à la plupart des acides, il conserve la propriété de cristalliser; il se change en acide oxalique, par l'acide nitrique, mais sans donner la moindre trace de substance amère.

3238. Avant d'admettre, comme espèce particulière de sucre, cet extrait alcoolique des champignons, il eût été logique d'en faire l'analyse élémentaire, et de s'assurer si elle ne renferme pas d'azote. Nous sommes convaincu que ce sucre n'est qu'un mélange de sucre, d'albumine végétale et de sels ammoniacaux, auxquels il est redevable et de ses formes cristallines, et de sa facilité à cristalliser. Un sucre qui sucre moins que le sucre de canne, est un sucre mélangé. On retirerait un sucre analogue à celui des champignons, en traitant par les mêmes procédés les jeunes ovaires des céréales (3160), et peut-être aussi la farine du blé de Turquie (3164), où le sucre se trouve associé à de l'huile et du gluten. On en a déjà extrait de semblable de la racine de chiendent.

3239. SUCRE ARTIFICIEL OU SUCRE D'AMIDON ET DE LIGNEUX. — C'est à Kirchhoff que nous sommes redevables de la découverte de la transformation de l'amidon en sucre, sous l'influence de l'acide sulfurique principalement, quoique les acides nitrique, hydrochlorique, oxalique, etc., puissent être également employés au même usage. Dans une quantité d'eau aiguisée par l'acide sulfurique, on verse un quart de son poids d'amidon de froment ou de fécule de pomme de terre; on fait bouillir, en remplaçant à mesure l'eau qui s'évapore, jusqu'à ce qu'une portion de la liqueur mêlée à deux fois son volume d'alcool conserve sa limpidité et ne manifeste pas le moindre louche; on arrête alors le feu, on sature l'acide par la pierre à chaux; on traite par le charbon animal; on filtre; l'on concentre sur le feu jusqu'à consistance sirupeuse, et on verse dans des rafraîchissoirs; au bout de trois jours le sucre est pris en masse grenue, cristalline, et blanche comme le sucre ordinaire.

3240. Il est inutile de faire observer que l'ébullition doit avoir lieu dans des vases que l'acide ne puisse pas corroder; en grand, on se sert de vases de bois qu'on chauffe en y faisant arriver de la vapeur d'eau.

3241. La durée de la transformation saccharine est en raison inverse de la quantité d'acide que l'on emploie; il faut de trente-six à quarante heures lorsque l'acide n'entre que pour un centième du poids de l'eau; il ne faut que vingt heures, lorsqu'on emploie $2\frac{1}{2}$ d'acide sur 100 d'eau; et si l'acide forme le dixième du mélange, il suffit de sept à huit heures d'ébullition.

3242. Toute la difficulté de l'extraction consiste dans la saturation de l'acide sulfurique par la craie; et il arrive fréquemment que dans les tonneaux le sucre ou le sirop le plus blanc passe au jaune et même au brun, qu'il reprend alors une acidité prononcée, et que le sirop devient grenu, croquant et comme terreux. En effet, le sufate de chaux, en se précipitant, emprisonne dans ses molécules, et de l'amidon transformé, et des molécules d'acide sulfurique libre. Le sucre, à l'état sirupeux, peut renfermer des molécules d'acide, sans donner le moindre signe d'acidité aux papiers réactifs; car il est un instant où le sirop ne mouille pas; et l'acidité ne passe aux papiers que par le véhicule qui mouille; en sorte que l'on sera porté à considérer comme saturé un sirop fortement acide encore, et qu'on le fera cristalliser en toute sécurité. Mais par suite d'une réaction lente et sourde, l'acide ne manquera pas de se reporter sur le sucre d'une manière qui ne deviendra appréciable qu'à la longue et par la somme de ses effets (915). Le sucre jaunira d'abord, et puis noircira à la longue; et dès lors, il produira sur l'économie animale des résultats imprévus. D'un autre côté, le sulfate de chaux passera par ses molécules cristallisées les plus ténues, avec le sirop, à travers les mailles du filtre; car ce sulfate cristallise en aiguilles d'une extrême ténuité. L'excès d'acide en tiendra une certaine quantité en dissolution; en sorte qu'à mesure que cet excès d'acide réagira, et sur le sucre et sur les parois des tonneaux, le sulfate de chaux cristallisera

dans le sirop, et lui communiquera un aspect grenu et terreux étrange.

3243. Or il suffit de signaler aux fabricants de ce sucre la théorie de ces phénomènes, pour qu'ils parviennent à les prévenir. Voici les procédés que nous emploierions en pareille circonstance; nous adopterions le dosage d'une partie d'acide sulfurique sur 100 d'eau; après avoir saturé à la chaux, nous laisserions refroidir, en agitant violemment le mélange sur un excès de pierre calcaire, ou dans des cuviers en pierre de taille; nous filtrerions ou décanterions au bout d'un jour; nous soumettrions de nouveau le liquide à une ébullition de quelques heures dans des chaudières en bois, et nous traiterions une seconde fois par la pierre calcaire, et principalement par la poudre de marbre; nous laisserions reposer de nouveau pour filtrer encore ou décanter; et nous concentrerions, après nous être assuré, en délayant une portion de la liqueur dans une grande quantité d'eau, qu'elle ne donne aucun signe d'acidité aux réactifs. Si ces moyens ne réussissaient pas à donner au sucre une blancheur durable, nous le ferions passer par une série de cristallisations, en le dissolvant à chaque fois dans l'eau de fontaine.

La fabrication du sucre d'amidon vient de prendre un grand essor dans les provinces septentrionales de la Russie, où la betterave ne saurait réussir.

3244. Les chimistes ont vainement essayé d'expliquer l'action de l'acide sulfurique sur l'amidon dans cette circonstance. D'après eux, l'acide n'est point décomposé, et on en trouve la même quantité avant qu'après l'opération. D'après de Saussure, 10 d'amidon donnent 11 de sucre, ce qui s'explique fort bien par l'eau de cristallisation. Or ces phénomènes paraîtront plus faciles à expliquer, si nous nous rappelons que l'amidon est une substance organisée, un amas de tissus, lesquels sont toujours composés, dans des proportions variables, de la substance organique et d'un élément terreux combinés intimement ensemble (856). L'amidon peut être représenté, ainsi que la gomme et le ligneux, comme une combinaison de sucre et de base. L'acide sulfurique s'emparant de la base, en met le sucre en liberté, et lui rend ses formes cristallines. Or chez l'amidon la quantité de base est infiniment petite; de là vient qu'avec nos moyens grossiers de pondération, l'acide sulfurique pourra n'avoir rien perdu de sa substance après l'opération. Ajoutez à cela que la portion de l'acide combinée avec la base soustraite au tissu amylacé, se joindra à la quantité d'acide, pour rendre cette évaluation encore plus fautive.

3245. La présence des tissus glutineux s'oppose à la saccharification de l'amidon par l'acide sulfurique, parce que les tissus glutineux renferment trop de substances organiques ou salines, capables de se dissoudre dans l'acide et d'en diminuer la force, ou de le saturer et d'en annihiler l'effet.

3246. La gomme arabique et le ligneux (1161) traités par l'acide sulfurique, donnent également du sucre analogue à celui d'amidon, qui lui-même est analogue à celui de raisin; Braconnot en a produit avec de la sciure de bois, de la paille, des chiffons de linge, des écorces d'arbre. On hache 12 parties de chiffons de linge, que l'on mêle, dans un mortier, avec 17 parties d'acide sulfurique concentré, en ayant la précaution de ne verser l'acide que peu à peu et en quantité minime, afin de prévenir l'échauffement excessif du vase. Si l'on saturait l'acide avec de la craie, on obtiendrait une substance gommeuse. Mais si on l'étend d'eau et qu'on soumette le mélange à une ébullition de dix heures, et qu'on neutralise ensuite l'acide avec du marbre ou de la craie, que l'on filtre et qu'on évapore, on obtient au bout de quelques jours une masse cristalline, grenue; on l'exprime bien, on la redissout, pour la faire bouillir avec du charbon en poudre; et après une nouvelle filtration et une nouvelle évaporation, le sucre cristallise pur et incolore.

3247. La théorie de cette opération est la même que celle de la transformation de l'amidon en sucre. La différence des phénomènes tient à ce que le ligneux est non-seulement combiné à une plus grande quantité de bases que l'amidon, mais qu'il en est en même temps incrusté sur ses parois; pour rompre cette affinité et lui enlever ces bases, il faut nécessairement employer une quantité proportionnelle d'acide sulfurique. Mais, à froid, l'acide n'opère le départ que de la proportion en excès de ces bases, et l'autre reste comme auparavant combinée ou mélangée à la substance organique. Il faut élever la température, pour achever la saturation de l'élément terreux, et en isoler avec ses propriétés cristallines l'élément saccharin.

Braconnot a cru que l'acide sulfurique, dans cette opération, se modifiait en partie, et qu'il se formait un acide particulier, qu'il a nommé végéto-sulfurique, c'est une erreur; il se forme seulement une dissolution de substances oléagineuses dans l'acide, dissolution que nous reproduisons de toutes pièces avec de l'huile ou de l'albumine.

3248. Les caractères de cristallisation par lesquels le sucre artificiel semble se distinguer du sucre de canne, sont dus à un mélange d'acide et de bases, dont on ne pourrait débarrasser la substance qu'à force de soins et de temps. On communique les qualités du sucre de raisin au sucre de canne, en le traitant par l'acide sulfurique étendu et faisant bouillir le mélange. Car dans ce cas on ajoute au sucre de canne un élément qui le rend plus hygrométrique, plus déliquescent, et l'empêche de cristalliser d'une manière plus compacte.

3249. Sucre de diabétès. — Nous plaçons ici ce sucre d'origine animale, pour ne pas séparer deux sortes de substances identiques sous tous les autres rapports. Nous avons vu que le sucre existe dans tous les tissus jeunes et embryonnaires des animaux (1989); et l'on en retirerait des quantités considérables, si on voulait en prendre la peine. On obtiendrait ainsi du sucre de raisin, identique à celui que l'on retire des urines caractéristiques de la maladie dont nous nous occupons ici, et en même temps de la glycérine. Le malade affecté de *diabétès* a toujours soif, et urine par jour jusqu'à 30 litres d'un liquide qui n'a plus ni l'odeur ni la saveur des urines ordinaires, qui ne donne plus les produits de la fermentation ammoniacale; mais qui, mêlé à de la levûre, éprouve la fermentation alcoolique, et donne une certaine quantité d'eau-de-vie; on y trouve de l'eau, du sucre et des traces de matière saline, et de substance animale. Pour en extraire le sucre, on verse dans l'urine du sous-acétate de plomb en excès, on filtre la liqueur, on y fait passer un courant d'hydrogène sulfuré qui précipite le plomb en sulfure, on filtre de nouveau et on évapore en consistance sirupeuse. Ce sucre varie en consistance, il cristallise ou conserve un aspect gommeux, quoiqu'il fermente très-bien avec la levûre. Tout indique que le sucre qu'on retire des urines n'a pas été obtenu à l'état de pureté. On distingue deux espèces de *diabétès*, l'un plus sucré que l'autre.

## § IX. *Sucres non fermentescibles.*

3250. Nous comprenons sous ce nom, les mélanges organiques, dont le sucre forme la moindre partie, et dont les autres éléments sont de nature à s'opposer entièrement à la fermentation spiritueuse du sucre, lorsqu'on le met en contact avec le gluten. On conçoit, en effet, que puisqu'il suffit de muter (3230) un jus fermentescible, pour en paralyser à toujours la tendance à la fermentation, il doit paraître évident qu'un sucre extrait d'une plante à l'état de mélange, perde cette propriété, tant qu'il n'aura pas été obtenu à l'état de pureté complète. Or la présence de la résine et de l'huile (3182), qui accompagne si souvent la substance saccharine dans la séve des végétaux, est une cause suffisante pour paralyser le phénomène. Les sucres non fermentescibles sont donc les sucres les plus impurs; et probablement la nomenclature aurait été débarrassée de bien des noms spécifiques, si cette réflexion, qui n'a besoin que d'être énoncée pour être acceptée, était venue à l'esprit des chimistes qui se sont occupés de l'analyse des végétaux.

3251. Sucre de manne (mannite). — La manne coule, avec une consistance sirupeuse, des troncs du frêne (*fraxinus ornus*), du laricio (*pinus larix*), sur l'écorce desquels elle se solidifie en larmes blanches ou légèrement jaunâtres, sucrées, et que l'on recueille pour les pharmacies. Proust reconnut que la manne renfermait et du sucre de canne, et une espèce particulière de sucre que l'on nomma *mannite*, le tout associé à une matière extractive qui communique au mélange des qualités laxatives.

On extrait le sucre de manne de la manne, en dissolvant cette substance dans l'alcool bouillant, d'où le sucre de manne cristallise par le refroidissement; on l'exprime, on le fait cristalliser une seconde fois, et il forme alors les quatre cinquièmes de la masse totale. Les cristaux en sont d'autant plus purs et plus gros, que le refroidissement de la liqueur alcoolique est plus lent. Ce sont, d'après les chimistes, de petites aiguilles quadrilatères, incolores et transparentes.

3252. On extrait aussi le sucre de manne du jus des oignons, des betteraves, du céleri, des asperges, etc.; mais pour l'obtenir, il faut d'abord avoir détruit, par la fermentation spiritueuse, le sucre de canne que renferment ces plantes.

3253. Or comment ne pas voir, si l'on se rappelle les principes que nous avons énoncés, sur l'œuvre apparente des mélanges, que des jus qui renferment simultanément du sucre de canne, des résines et de l'huile essentielle ou fixe, puissent donner, par le traitement alcoolique, un précipité qui participera des qualités de deux substances à la fois? En effet, le sucre est aussi soluble dans l'alcool bouillant que la résime ou l'huile essentielle, mais la résine et l'huile essentielle le sont moins dans l'alcool froid. Qu'arrivera-t-il donc

par le refroidissement? L'excès de résine et d'huile se précipitera sous forme solide; et en se précipitant il entraînera non-seulement les molécules alcooliques, mais encore les molécules sucrées qui lui étaient associées dans la solution. Vous aurez donc un mélange d'autant plus intime de sucre et d'huile, qu'il résultera d'une même loi de capacité de saturation. Si vous dissolvez maintenant ce précipité dans une nouvelle quantité d'alcool, vous pourrez en diminuer la masse, mais vous en altérerez peu les proportions, parce que vous vous arrêterez, crainte de tout perdre; la purification à laquelle vous croirez soumettre ce mélange, ne sera donc qu'une simple diminution. Mêlez ensemble, dans l'alcool bouilant, du sucre de canne, et une huile essentielle ou une résine, et vous obtiendrez par le refroidissement une belle mannite.

3254. Les caractères physiques et chimiques que l'on a assignés au sucre de manne, s'expliquent tous admirablement bien d'après ces données. Nous avons dit pourquoi ce mélange saccharin n'est pas fermentescible. La mannite est très-soluble dans l'eau; car le sucre communique sa solubilité dans l'eau à l'huile (3179). L'acide nitrique le transforme en acide oxalique, mais n'y produit pas la plus minime quantité d'acide mucique, parce qu'il est impossible que ce précipité alcoolique renferme le moindre atome de sels calcaires (3105). Ce sucre exposé à la chaleur se ramollit sans fusion, à cause de l'huile concrète qui remplace l'eau de cristallisation (152). Enfin, à l'analyse élémentaire il présente souvent un excès d'hydrogène; exactement comme le ferait à la même épreuve un mélange de sucre et d'huile, soit fixe, soit essentielle. Ce sucre dissout l'oxyde de plomb, comme le font toutes les huiles.

3255. Principe doux de l'huile (Schéele), glycérine (Chevreul). — Schéele observa qu'en traitant à chaud les huiles grasses par la litharge, et dans l'eau, celle-ci se charge d'un principe doux, qui, évaporé dans le vide à une température de 20 à 25°, acquiert une consistance sirupeuse, et une pesanteur spécifique de 1,27 à la température de 17°. C'est une substance liquide, transparente, incolore et inodore, d'une saveur très-douce, qui attire facilement l'humidité de l'air, et qui, projetée sur des charbons incandescents, s'enflamme à la manière des huiles; l'eau la dissout en toutes proportions, ainsi que l'alcool; l'acide nitrique la convertit en acide oxalique, et l'acide sulfurique la transforme en sucre d'après Vogel; elle dissout une certaine quantité d'oxyde de plomb, et l'acétate ou le sous-acétate de plomb n'en troublent pas la dissolution. Chevreul a retiré de la glycérine, en traitant les huiles par d'autres espèces de bases, la potasse, la soude, la baryte, la strontiane, la chaux, etc.

3256. Nous sommes convaincu que les graisses des jeunes fœtus (1989) donneraient à ce prix de la glycérine en bien plus grande quantité que les huiles ordinaires.

Car la glycérine n'est qu'un mélange d'une quantité préexistante de sucre et d'une quantité d'huile rendue soluble dans l'eau, non-seulement par son association avec le sucre, mais encore par la formation d'un acide, sous l'influence de la réaction des bases. On la prépare en effet, en chauffant dans une bassine de cuivre, un mélange d'une partie de litharge pulvérisé, une partie d'huile d'olive et une demi-partie environ d'eau; on remue le mélange avec une spatule, et l'on remplace l'eau à mesure qu'elle s'évapore; on arrête l'opération, quand le mélange est sous forme d'emplâtre. On décante l'eau, on y fait passer un courant d'hydrogène sulfuré, afin d'en précipiter le peu d'oxyde de plomb qu'elle pourrait contenir; on chasse par la chaleur l'excès d'hydrogène sulfuré, et l'on concentre dans le vide ou au bain-marie.

3257. Sucre de lait, aujourd'hui, lactine. — On l'extrait en grand, en Suisse, du petit-lait qui reste, lorsqu'on a séparé le caséum par la présure. Évaporé jusqu'à consistance sirupeuse, et abandonné à lui-même pendant une ou plusieurs semaines, dans un endroit frais, le liquide donne des cristaux grenus, que l'on recueille et qu'on verse dans le commerce sous le nom de *sucre de lait;* ce sont des pains cristallins, dont les cristaux ont un volume considérable, et offrent, dit-on, des prismes à quatre pans terminés par des pyramides à quatre faces, à clivage lamelleux. La saveur du sucre de lait est faiblement sucrée, un peu sableuse; sa pesanteur spécifique est de 1,543; il contient 12 pour 100 d'eau qu'il perd, si on le fait fondre avec précaution; il prend alors un aspect blanc, jaunâtre et opaque, et devient brun et déliquescent, si on pousse un peu trop loin la dessiccation. On l'obtient d'autant plus pur qu'on le fait cristalliser plus de fois. Il se dissout lentement dans l'eau; il est peu soluble dans l'alcool, il est tout à fait insoluble dans l'éther; l'acide sulfurique le convertit comme l'amidon (3227) en sucre de raisin; l'acide nitrique le convertit en

acides oxalique, acétique et mucique; mis en poudre dans l'acide hydrochlorique gazeux, il absorbe une grande quantité de ce gaz, se convertit en une masse grise et grenue, dont l'acide sulfurique dégage l'acide hydrochlorique avec effervescence; il absorbe, comme le sucre ordinaire (3155), le gaz ammoniac. La potasse caustique le transforme, comme le ligneux et l'amidon (1138), en une masse brune amère, insoluble dans l'alcool. Il se combine avec l'oxyde de plomb à 50°, et rend ce dernier soluble; et la combinaison se composerait, d'après Berzélius, de 18,12 parties d'oxyde de plomb, et de 81,88 de sucre de lait. Le sucre de lait ne fermente pas avec la levûre.

3258. Nous venons de transcrire tous les caractères principaux assignés par les chimistes au sucre de lait. Pour les lecteurs qui auront médité les principes de cet ouvrage, nous pourrions nous dispenser de démontrer que tous ces caractères se reproduiraient avec la même exactitude, en mêlant de toutes pièces du sucre de canne à toutes les substances, dont l'analyse démontre la présence dans le petit-lait. En effet, le petit-lait est un mélange de sucre, d'albumine et d'huile rendus solubles par l'acide acétique libre, d'acétate de potasse, de phosphate de chaux et de sels ammoniacaux. Si vous abandonnez un tel mélange à lui-même, et que vous en obteniez une cristallisation régulière, il est évident que ces cristaux renfermeront un peu de toutes les substances que nous venons d'énumérer; car comment prouverait-on que parmi tant de substances cristallisables, la cristallisation lente et tardive n'en choisit qu'une seule, et précisément la moins cristallisable de toutes? Mais la démonstration la plus irréfragable, c'est que, par l'acide nitrique, le sucre de lait produit de l'acide mucique; donc il renferme un sel à base de chaux (3105). D'un autre côté, dans un liquide semblable exposé à l'obscurité, il doit nécessairement se former de l'ammoniaque, qui, jointe aux sels ammoniacaux que possède déjà le petit-lait, doit former avec les acides libres de nouvelles quantités de sels cristallisables. L'analyse élémentaire, qui ne signale pas même des traces d'azote dans le sucre de lait, donne encore cette fois une preuve de son impuissance et de la fausseté de ses prétentions; car la potasse en dégage de l'ammoniaque. Le gaz acide hydrochlorique est absorbé et neutralisé non par le sucre, mais par les bases alcalines, qui sont mélangées au sucre; et l'acide sulfurique le dégage avec effervescence, comme de tous les hydrochlorates. La torréfaction donne au sucre de lait tous les caractères d'une gomme, car le petit-lait renferme de l'albumine et de la gomme. La potasse et la soude augmentent la solubilité des mélanges albumineux. Enfin, ce résidu ne cristallise, que parce qu'il neutralise, au contact de l'air et par l'absorption de l'ammoniaque, l'acide libre qui servait à la fois de menstrue à tous les éléments compliqués de ce mélange. Nous répéterons encore à MM. les chimistes qu'un sucre qui *sucre peu*, n'est pas seulement du sucre.

3259. SUCRE ou plutôt SUC DE RÉGLISSE. — C'est pour compléter la liste, que nous entrons, sur cette substance sucrée, dans quelques détails; nous serons court et nous nous contenterons d'en exposer les principaux caractères, afin de n'être pas exposé à tomber dans de fastidieuses répétitions.

On l'extrait en traitant les racines du *Glycyrrhiza glabra* et de l'*Abrus precatorius* par l'eau bouillante, concentrant la liqueur à une douce chaleur, le mêlant à de l'acide sulfurique, qui précipite à la fois le sucre de réglisse et l'albumine végétale (1282). On lave le précipité à l'eau aiguisée d'acide sulfurique, puis à l'eau pure; on dissout dans l'alcool qui laisse l'albumine et s'empare du sucre. On verse dans la liqueur, goutte à goutte, une dissolution de carbonate de potasse, jusqu'à ce que la liqueur ne soit plus acide; on filtre et on évapore; le sucre reste sous forme d'une masse jaune, translucide, fendillée, qui se détache facilement du vase.

3260. Le sucre extrait du jus de réglisse est d'une couleur brune, et cette couleur n'est pas changée quand on le traite par le charbon animal.

Le suc de réglisse a une saveur un peu différente du jus de réglisse, qui est toujours un peu nauséabond; il est soluble également dans l'eau et dans l'alcool. Jeté à l'état de poudre dans la flamme, il brûle comme la poudre de Lycopode (1424). Les acides organiques et inorganiques, les bases et certains sels précipitent le sucre extrait du *Glycyrrhiza*, mais non celui que l'on extrait de l'*Abrus precatorius* (3184).

### § X. *Caractères de polarisation circulaire que présentent les divers mélanges saccharins.*

3261. Lorsque Biot entreprit de soumettre les divers sucs des végétaux à l'épreuve de la polari-

sation circulaire (970), il céda, dès les premiers essais, à l'un de ces mouvements bien pardonnables, qu'on éprouve toujours dans ces sortes de cas ; il s'exagéra l'importance de ce caractère, et crut y trouver un moyen de distinguer, d'une manière infaillible, des substances qui tendaient, sous tous les autres rapports, à se confondre entre elles. La substance soluble de la fécule lui ayant paru dévier le rayon polarisé à droite et avec une intensité triple de celle du sucre, il lui imposa le nom de *dextrine* (970). Biot était alors sous l'influence de l'ancienne méthode de chimie. Dans la première édition du présent ouvrage, qui suivit de près l'annonce des expériences de Biot, nous lui fîmes observer (p. 552), que le moindre mélange changerait du tout au tout ces caractères, et ferait dévier à droite ce qui déviait à gauche, augmenterait ou diminuerait l'intensité de la déviation, et cela à l'infini et proportionnellement aux quantités de substances mélangées ; qu'en conséquence ce caractère ne saurait jamais servir à distinguer une substance d'une autre ; car un caractère distinctif doit rester constant, indépendamment des mélanges, et ne doit pas changer du tout au tout avec eux. Les expériences subséquentes de Biot ont amplement confirmé nos prévisions. Ainsi, l'acide tartrique donne des déviations d'autant plus distantes qu'on le mêle à des quantités croissantes d'eau et de potasse (*). Donc les phénomènes de polarisation, qui peuvent fournir une excellente veine de recherches, ne servent encore de rien pour distinguer les substances organiques entre elles ; donc ce n'est pas par ce moyen qu'on pourrait établir une différence élémentaire, entre les diverses espèces de gomme et de sucre.

3262. Biot a trouvé que le sucre de canne dévie le plan de polarisation vers la droite, et que le sucre de canne rendu incristallisable le dévie vers la gauche ; ce qui doit être, puisque le sucre incristallisable est un mélange de sucre avec plusieurs substances hétérogènes. Le sucre de raisin avant sa cristallisation dévie vers la gauche ; et après sa cristallisation, si on le redissout dans l'eau ou l'alcool, il dévie le plan de polarisation vers la droite ; ce qui doit être, puisque le sucre de raisin non cristallisé est moins pur que le sucre cristallisé. Il a vu le produit de 500 gr. de fécule traitée par 120 gr. d'acide sulfurique et 1390 gr. d'eau distillée, dévier vers la droite de 66°, lorsqu'on a porté la chaleur à 90° ; de 62°, quand la chaleur a été portée à 95° ; de 41°, quand la chaleur a été portée à 100° ; enfin, de 25° seulement, quand on l'a soumise à l'ébullition pendant deux heures ; — que la gomme arabique traitée et observée de la même manière, dévie d'abord le plan polarisé à 12° vers la gauche (c'est-à-dire tant qu'elle est encore gomme) ; et le porte tout à coup à 25° vers la droite, quand la chaleur à laquelle on la soumet est arrivée à 96° du thermomètre, c'est-à-dire quand la gomme a été dépouillée de tous ses sels, et qu'elle s'est transformée en sucre de raisin. — Le sucre de raisin lui-même, qui, tant qu'il est liquide, dévie vers la gauche le plan polarisé, le détourne au contraire constamment vers la droite, une fois qu'il a été solidifié, alors même qu'on l'observerait de nouveau à l'état liquide ; car, par la cristallisation, on l'a dépouillé de la majeure partie de ce qui contribue à établir une différence entre cette espèce et le sucre de canne qui est l'espèce type. — Le sucre d'amidon au contraire le dévie constamment vers la droite. — Aussitôt que la fermentation commence à s'établir dans une solution de sucre de canne cristallisé, le plan polarisé passe brusquement de droite à gauche ; — tandis que la fermentation n'intervertit pas le sens de rotation dans le sucre d'amidon et de raisin, qu'elle l'affaiblit seulement.

## § XI. *Analyse élémentaire* (227) *des diverses espèces de sucre.*

3263.

| | | Carbone. | Oxygène. | Hydrogène. |
|---|---|---|---|---|
| Sucre de canne (3187). | Gay-Lussac. | 42,47 | 50,63 | 6,90 |
| | Berzélius (**). | 41,94 | 51,01 | 7,05 |
| | | 42,23 | 51,17 | 6,60 |
| | | 44,99 | 48,60 | 6,41 |
| | Proust. | 42,85 | 50,71 | 6,44 |
| | Liebig. | 42,30 | 51,35 | 6,35 |
| | Pelletier. | 42,13 | 51,50 | 6,37 |

(*) *Comptes rendus de l'Académie*, 18 décembre 1837.

(**) La troisième analyse de Berzélius a été obtenue, en brûlant la combinaison de sucre et d'oxyde de plomb, combinaison qui, d'après Berzélius, représente le sucre anhydre.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Sucre de raisin (3225). | Saussure. | 36,71 | 56,51 | 6,78 |
| | Proust. | 36,35 | 56,56 | 7,09 |
| | | | Eau. | |
| Sucre d'amidon (3239). | Saussure. | 37,29 | 55,87 | 6,84 |
| | Proust. | 36,20 | 56,75 | 7,05 |
| | | | Eau. | |
| Sucre de miel (3332). | Proust. | 36,36 | 56,58 | 7,06 |
| Sucre de manne (3247). | Saussure. | 38,53 | 54,60 | 7,87 |
| | Proust. | 38,70 | 54,50 | 6,80 |
| | Henri et Plisson. | 44,10 | 49,76 | 6,13 |
| | Liebig. | 40,02 | 52,36 | 7,62 |
| Sucre de lait (3257). | Gay-Lussac. | 38,83 | 53,83 | 7,34 |
| | Berzélius. | 45,26 | 48,34 | 6,38 |
| | | 40,13 | 53,11 | 6,76 |
| | Proust. | 40,01 | 53,36 | 6,63 |
| Sucre de diabètès (3249). | Proust. | 40,00 | 53,33 | 6,67 |
| Glycérine (3255). | Chevreul. | 40,07 | 51,01 | 8,92 |

3264. L'examen comparatif de ces nombres amène aux conséquences suivantes : 1° le sucre de canne, dans lequel on doit voir le type du genre, peut être représenté comme étant composé d'une portion de carbone et d'une portion d'eau ; 2° la proportion d'eau augmente et celle de carbone diminue dans toutes les espèces qui cristallisent d'une manière moins compacte et plus déliquescente (*sucre de raisin*, *sucre d'amidon et de miel*) ; 3° les résultats de l'analyse sont d'autant plus variables et discordants, que le mélange saccharin cristallise avec moins de régularité, et qu'il est associé à un plus grand nombre de substances étrangères (*sucre de lait* et de *manne*) ; 4° l'analyse qui offre un excédant d'hydrogène assez considérable, 2,56 sur 100, est précisément celle de la glycérine, mélange de sucre et de substance oléagineuse.

3265. La théorie atomistique (799) a cherché à interpréter les résultats de l'analyse, et, il faut l'avouer, elle est arrivée à des formules curieuses; il est fâcheux que ces transformations, si précises sur le papier, se renversent de la même manière qu'elles s'élèvent, et qu'un trait de plume suffise pour les créer et les anéantir. Ce sont des combinaisons de nombre que l'on produit en jetant des dés sur la table, sauf à donner une petite impulsion à l'un des deux, quand on n'est pas satisfait du chiffre qui tourne. « Par exemple, nous disent les rédacteurs du *Traité universitaire* de Thénard, d'après les théories de Dumas et Boullay, des analyses du sucre de canne, on *pourrait* déduire la formule atomique du sucre $= C^{24} H^{22} O^{11}$ (quoique par le calcul on arrive à des nombres tout différents, mais ces nombres-là sont plus propices) ; or, ajoutent-ils, si l'on reconnaît, avec Berzélius, que le sucre cristallisé renferme un atome d'eau qui ne s'en dégage pas, même au-dessus de la chaleur de l'eau bouillante, la formule deviendra $= C^{24} H^{20} O^{10} + H^2 O$ ; et celle du sucre anhydre $= C^{12} H^{10} O_5$.

Dès lors, le sucre anhydre équivaudra à du bicarbonate d'éther, ou à du bicarbonate de bicarbure d'hydrogène hydraté, ainsi que le montre, dit-on, l'équation suivante : $C^{12} H^{10} O^5 = C4\ O4 + C^8 H^8 + H^2 O$. »

Vous voyez comme on opère vite; c'est presque par enchantement. Mais par malheur il se trouve que l'analyse de l'amidon donne exactement la même formule, par suite du même jeu d'esprit (803) $= C^{12} H^{10} O^5$. En sorte qu'on sera autorisé de conclure que la vésicule de l'amidon est un bicarbonate d'éther, et que par conséquent l'amidon ne saurait être une substance organisée, mais un sucre rebelle à la cristallisation. Mais la gomme, mais le ligneux le mieux organisé, deviendront ainsi du bicarbonate d'éther ou d'alcool, ou du bicarbonate de bicarbure d'hydrogène hydraté. Que ne trouverait-on pas de la sorte avec le sucre de raisin, de diabètès, de miel, etc.!

3266. De ces analyses comparées avec celles de l'amidon, de la gomme et du ligneux, il résulte que la différence de ces substances ne réside nullement dans les proportions de gaz, dans la composition de la molécule organique ; donc leurs différences doivent être cherchées dans les sels

terreux et les bases inorganiques. D'après ces données il suivrait que le sucre, substance cristallisable, est la gomme, moins les sels qui commencent déjà à s'associer à celle-ci, pour la transformer, en tissu ; et que le ligneux est la gomme tout à fait transformée en tissu, par son association progressive avec les bases inorganiques, et son incrustation au moyen des sels terreux Le ligneux se transforme en gomme, par les acides qui lui enlèvent l'excédant de ses bases inorganiques, et lui restituent les proportions d'eau dont la gomme s'était dépouillée pour se solidifier. La gomme se transforme en sucre par l'action prolongée des mêmes acides, qui achèvent de la dépouiller de toute la quantité de sels terreux qui se trouvaient en combinaison intime avec elle, et qui s'opposaient à la cristallisation de la substance organique primitive. Ainsi, le sucre égale une combinaison cristallisable de carbone et d'eau ; la gomme égale une combinaison soluble de sucre et de bases inorganiques ; le ligneux égale une combinaison insoluble de gomme anhydre et d'une nouvelle quantité de bases inorganiques. De là vient que la chimie peut produire de la gomme avec du sucre, et *vice versâ*, du sucre avec du ligneux.

## § XII. *Usages du sucre.*

3267. Quoique toutes nos substances alimentaires soient imprégnées de substances saccharines, et que partant l'homme ait fait servir de tout temps le principe saccharin à sa nutrition, cependant l'usage du sucre cristallisé paraît avoir été inconnu en Europe, jusqu'aux guerres d'Alexandre le Grand ; et depuis lors il n'était employé qu'en médecine, à cause de sa rareté ; dans toutes les autres préparations domestiques et industrielles, on se servait exclusivement de miel. Ce ne fut qu'à l'époque des croisades que les Vénitiens le répandirent en Europe ; l'usage en est devenu général depuis la découverte de l'Amérique, et l'établissement de nos plantations dans les colonies ; car la canne à sucre est originaire des deux Indes, vu que les Indes sont placées sous les mêmes latitudes. La fabrication du sucre de betterave est appelée à faire descendre l'usage du sucre dans les classes les moins aisées ; c'est la seconde révolution que la culture d'une racine ait produite dans l'alimentation, et partant dans les mœurs de notre belle France.

3268. Le sucre sert à faire les sirops, et sous cette forme, il offre un véhicule conservateur aux sucs des végétaux, qui fermenteraient et se décomposeraient sans cet alliage ; c'est par la même propriété qu'il entre dans les *condits*, qui ne diffèrent des sirops qu'en ce qu'au lieu de servir de véhicule aux sucs végétaux, le sucre pénètre dans tous les interstices vasculaires des fruits, revêt de la sorte d'un enduit conservateur les sucs renfermés dans leurs cellules ; aussi a-t-on la précaution, d'abord de dépouiller les fruits de leur écorce ou de leur épiderme, de les diviser en morceaux, afin que le sucre puisse mieux s'insinuer dans les orifices béants des interstices vasculaires; et ensuite de soumettre le tout à l'action de la chaleur, qui chasse l'air des interstices, et y fait pénétrer le sucre par la force du vide.

3269. Mais puisque le sucre conserve avec tant de puissance les sucs et les fruits des végétaux, il est certain qu'il peut conserver également les sucs et les corps tirés du règne animal ; il se range dès ce moment dans les plus puissants antiseptiques ; et l'on a constaté, par l'expérience directe, qu'il en fallait moins que de sel marin, pour préserver les substances animales de la putréfaction. Les poissons mêmes, si enclins à la putréfaction, se conservent parfaitement frais, quand, après les avoir vidés, on les remplit de sucre en poudre.

3270. Pour la conservation des pièces anatomiques, on pourrait employer le sirop de cassonade aussi épaissi que possible, et assez transparent pour laisser lire la disposition et la forme des organes à travers les bocaux ; ou bien il suffirait de les traiter comme les condits, en les déposant quelques minutes dans un sirop de sucre en ébullition, et les faisant égoutter à une température encore chaude ; si les surfaces externes se trouvaient encore trop encroûtées de sucre, on pourrait les laver à l'alcool plus ou moins étendu.

3271. Marcelin Duval démontra que le sucre pouvait être employé avec succès contre les empoisonnements par les substances métalliques. Des auteurs subséquents nièrent son efficacité. Vogel prétendit que le sucre ne manifeste son action sur la réduction des oxydes vénéneux qu'à la température de l'ébullition. Postel démontra, au contraire, qu'il suffit dans ce cas de la température ordinaire, que seulement le sucre opère alors avec plus de lenteur ; mais l'auteur ne paraît avoir expérimenté que sur le verdet et le vert-de-gris. Toutes ces expériences manquent de précision, et l'on se hâte un peu trop vite d'appliquer *à priori* aux cas d'empoisonnements, les essais bruts du laboratoire ; l'emploi de l'albumine est jusqu'à présent préférable à celui du sucre dans ces tristes circonstances. Le sucre ayant la pro-

priété de se combiner avec le plomb (3151), il nous semble que c'est principalement dans les accidents par les sels de plomb, contre les coliques saturnines, et les maladies des ouvriers sur plomb, qu'on pourrait en retirer de grands avantages, en l'administrant, à l'état presque sirupeux, en lavements ou en boisson.

3272. Dans le commerce, on falsifie la cassonade avec du sucre de lait; il est facile de reconnaître la fraude, qui du reste ne saurait nuire en rien ni à la santé, ni à l'économie ; on se sert de l'alcool à 33°, qui dissout la cassonade et laisse le sucre de lait presque intact (3255).

3273. Les sucres que je considère comme des mélanges sucrent moins que le sucre de canne : le sucre de raisin, par exemple, sucre deux fois et demie moins que le sucre ordinaire, puisqu'il renferme deux fois et demie plus d'eau et de substances étrangères que le sucre de canne. Le sucre de canne pulvérisé perd aussi de son énergie et sucre moins.

3274. Le *caramel* des confiseurs n'est que le sucre fondu à une douce chaleur; il se prend alors en une masse limpide, et qui ne se colore en jaunâtre que par un commencement de décomposition.

3275. Nous avons dit (3059) que le *sucre candi* n'était que le sucre obtenu d'une dissolution sirupeuse sous forme de beaux cristaux.

3276. Le sucre vulgairement appelé *sucre d'orge* se prépare en concentrant, par l'ébullition, une dissolution de sucre, jusqu'à ce qu'elle se prenne en une masse cassante et transparente, quand on la projette dans l'eau. On la coule alors sur une table huilée; elle s'y ramollit en s'imbibant d'huile; on divise ensuite la substance, et on en forme de petits cylindres.

3277. Le miel rentre dans la composition du pain d'épice, qui n'est que de la farine de seigle pétrie avec cette substance.

Dans le Midi de la France, on prépare avec le miel des tablettes de *nougat ;* elles se composent d'un mélange d'amandes douces ou légèrement amères, entières et non concassées, et de miel; on l'étend en plaques d'un à deux centimètres d'épaisseur entre deux feuilles parallèles de *pains à hostie*. Le *nougat* est blanc ou noir, selon que l'on a porté plus ou moins haut le degré de cuisson du mélange, dans une bassine en cuivre.

3278. L'*oxymel* est la dissolution du miel dans le vinaigre. L'*hydromel* est le résultat de la fermentation spontanée du miel dans l'eau.

3279. La spéculation a voulu tirer parti du sirop obtenu par la réaction du malt d'orge sur l'amidon, en imposant à cette préparation un nom capable d'en dissimuler et l'inventeur et l'origine (976). Mais, en dépit de tous les moyens usités en pareil cas dans nos sociétés scientifiques, cette préparation ne paraît avoir été profitable qu'au trafic des actions; et ce sirop n'en sera pas moins le pire de tous les sirops artificiels de sucre, parce qu'il n'en sera pas moins le plus mélangé de tous, le plus farineux et le moins susceptible de se conserver (3214).

3280. Le sucre, le suc et la racine même de réglisse s'emploient, comme un succédané du sirop de gomme, dans tous les cas d'inflammation des voies respiratoires. Ce suc, qui paraît être une émulsion (115) plutôt qu'une simple dissolution gommeuse, agit même d'une manière plus agréable et plus douce que le sirop de gomme, dans ces sortes d'indispositions.

---

#### TROISIÈME GENRE.

### LIQUIDE DE LA CIRCULATION VÉGÉTALE. — SÉVE.

3281. La *séve* est un liquide destiné à alimenter les cellules soit de développement, soit d'approvisionnement (*), et dont le caractère essentiel est d'obéir à un mouvement circulatoire, qui en ramène sans cesse la colonne sur elle-même. Je distinguerai deux espèces de séves, que je désignerai, l'une sous le nom de *séve cellulaire*, ou séve qui circule dans l'intérieur d'une cellule; et l'autre, sous celui de *séve vasculaire*, ou séve qui circule dans le réseau des interstices vasculaires (1103).

#### PREMIÈRE ESPÈCE.

#### Séve cellulaire (**).

3282. Depuis la découverte de Corti, les physiologistes ont eu de fréquentes occasions d'être témoins de la circulation qui a lieu dans l'intérieur d'un entre-nœud de charaigne (*Chara hispida*, L.); mais les observations qui ont suivi cette découverte n'ont rien ajouté à celles de l'auteur ita-

(*) Voyez *Nouv. syst. de physiologie végétale et de bot.*, 1836.

(**) *Bull. des Sc. nat. et de géologie*. Septembre 1827. — *Annal. des Sciences d'observ.* Tome II, page 396, 1829.



lien ; car l'ancienne méthode d'investigation physiologique semblait n'avoir d'autre but que de voir ce que les autres avaient déjà vu ; et ce genre de succès était encore assez rare, pour qu'il tînt en quelque sorte lieu d'une découverte originale. J'ai consacré près de deux ans à l'étude physiologique et chimique du phénomène de cette circulation, en employant les procédés de la nouvelle méthode ; et les résultats, que cette étude m'a fournis, me semblent offrir tous les caractères de simplicité qui distinguent les vérités démontrées.

### § I. *Mécanisme de la circulation dans un tube de chara.* (Pl. 8, fig. 3.)

3283. Soit un entre-nœud de *Chara hispida* (*), détaché du reste de la tige par une section pratiquée en dehors des deux articulations opposées qui le terminent (*f*), dont on a soin de retrancher tous les rameaux verticillés (*e*). On enlève, avec un scalpel, l'écorce qui le recouvre, par le procédé suivant : on étend l'entre-nœud sur une lame de verre plus courte que la distance des deux articulations (*f*), que l'on tient plongée dans une petite capsule peu profonde et pleine d'eau. On pince, avec la pointe du scalpel, chaque lanière cylindrique de l'écorce (pl. 8, fig. 3, *d*) ; sans pénétrer trop profondément, on promène la lame du scalpel d'un bout de l'entre-nœud à l'autre, et on parvient ainsi à détacher chacune d'elles du tronc. Une fois que toutes les lanières cylindriques sont enlevées, on a mis à nu un gros cylindre incrusté d'une substance blanche, fortement adhérente, dure et cassante, qui résiste à l'action du scalpel, et qui devient farineuse par la dessiccation ; c'est du carbonate de chaux, qu'il faut enlever au moyen d'une lame émoussée, et en ratissant le tube dans le sens de sa longueur, la lame étant tenue perpendiculaire. Le tube étant ainsi préparé, on le place, plongé dans l'eau, au foyer du microscope. On observe alors les phénomènes suivants.

3284. A travers les parois transparentes du tube, on aperçoit deux courants longitudinaux inverses l'un de l'autre (pl. 8, fig. 2, *b c*) ; ils semblent séparés par une ligne longitudinale, qui se montre sur les deux faces opposées du tube, et qui se distingue, par sa blancheur et sa limpidité, de la couche verte et granulée qui tapisse l'intérieur de ce tube. Chacun de ces courants charrie des globules ou des grumeaux de différentes dimensions, qui en décèlent la marche, mais qui ne se mêlent jamais avec ceux du courant opposé. Quelquefois seulement on observe, sur la ligne de démarcation (*aa*), de grands globes plus ou moins celluleux, qui, retenus au fond du liquide par leur pesanteur spécifique, obéissent là à la résultante des deux forces simultanées et opposées des deux courants, en pivotant sur eux-mêmes (**).

3285. Gozzi, ayant pratiqué des ligatures sur un tube semblable, s'aperçut que la circulation continuait d'avoir lieu entre les ligatures. Je poussai plus loin l'expérience ; je pratiquai deux ligatures (fig. 3, *aa*) à quelques millimètres de distance des deux articulations (*ff*) ; je coupai ensuite l'espace intermédiaire entre les articulations et les ligatures, et j'obtins ainsi un tube à articulations factices. Or non-seulement la circulation continua d'avoir lieu dans le tube mutilé (*aa*) ; mais encore, au bout de quelques jours, les deux ligatures tombèrent, les bouts du tube restèrent exactement fermés par la soudure spontanée de leurs bords, et la circulation continua d'avoir lieu, pendant un mois (du 26 juillet au 3 septembre 1827).

3286. Un tube artificiel ainsi préparé sert fort bien à compléter le spectacle de la circulation. On voit en effet que le courant (*b*), une fois parvenu à l'une des extrémités du tube, décrit le circuit tracé par le cul-de-sac opéré par la soudure des bords, et devient aussitôt le courant opposé (***).

3287. Nulle cloison ne sépare les deux courants, ainsi qu'on s'en assure par la dissection suivante : que l'on coupe transversalement et obliquement, avec un rasoir, le tube dans lequel on aura remarqué l'existence de la circulation, on verra que ce tube se compose d'un étui cartilagineux, à parois épaisses, mais hyalines et fort transparentes (*g*, fig. 1). Les parois du tube sont tapissées intérieurement, et de chaque côté de la ligne médiane (fig. 2, *a*), par une membrane verte, sur laquelle on distingue, à l'état de vie, et à travers le tube

(*) Cette espèce, qui, par la grosseur et la consistance de ses tiges, se prête très-bien à ces sortes d'observations, se trouve en assez grande abondance dans l'étang de Trivaux, à Meudon.

(**) Lebaillif est celui qui paraît avoir aperçu le premier, dans le sein de nos *chara*, ces gros globules pivotant sur eux-mêmes ; les anciens observateurs n'avaient pas prêté une attention aussi spéciale à ces corps.

(***) Cette observation peut se faire, avec la plus grande facilité, sur les jeunes pousses des rameaux, dont l'extrémité est aussi transparente qu'un poil, et en possède exactement l'organisation (734).

hyalin, des séries parallèles de globules verts. Non-seulement, à l'aide d'une pointe, on peut détacher cette membrane (*b*, fig. 1) par lambeaux; mais encore, en introduisant la pointe dans le tube, on reste convaincu que cette membrane est adhérente aux parois du tube extérieur; et nulle cloison ne se remarque à l'intérieur.

3288. Un phénomène, dont nous trouverons plus bas l'explication, a lieu dans cette expérience ; on voit partir avec rapidité de l'intérieur du tube, un liquide miscible à l'eau, mais qui n'obéit à aucune des lois qu'on avait eu l'occasion d'observer, quand le tube était intègre. Cependant, les causes qui présidaient à l'existence des deux courants opposés (3284), continuent à exercer leur influence; on voit, à travers le tube lui-même, des masses coagulées ramper contre la paroi (*cc*, fig. 1), en se dirigeant du côté de l'ouverture (*g*), d'où elles sont expulsées au dehors, sous forme d'une masse tremblante, globuleuse et blanchâtre, qui acquiert de la consistance à chaque instant (*a*) (*). Sur la paroi opposée du tube, on voit d'autres masses analogues se diriger en glissant vers l'intérieur du tube. Cette expérience prouve évidemment que les parois du tube sont les agents de la circulation.

3289. Dans un tube intègre (3283) la moindre solution de continuité de la membrane verte suffit pour arrêter la circulation ; et si elle continue encore quelques instants, on voit que le fluide circulant tourne tout l'espace privé de matière verte, et que le plus souvent rien ne passe par cette tache blanche. L'intégrité de la membrane verte est donc d'une indispensable nécessité à l'existence de la circulation. Aussi, dès qu'on a fait faire le moindre coude à un tube, on est sûr d'avoir arrêté la circulation dans son intérieur.

3290. Après avoir enlevé tout le carbonate calcaire (3283) qui recouvre le tube de *Chara*, si on le tient plongé dans l'eau commune, on ne tarde pas à le voir se couvrir peu à peu d'une incrustation cristalline, dans laquelle se montrent des rhomboïdes de chaux carbonatée, qui, en s'accumulant, apparaissent par réfraction, au microscope, comme de grandes taches noires, et par réflexion et à l'œil nu, comme des cristallisations farineuses et blanches. Il ne faudrait pas croire que ces cristallisations soient isolées et libres à la surface du tube ; si l'on observe au microscope les fragments que l'on obtient en ratissant le tube, on découvre que chacun de ces cristaux est emprisonné dans des interstices cellulaires d'une membrane, qui ne paraît être que l'épiderme du tube décortiqué (3283).

3291. Si l'on plonge, au contraire, dans l'eau distillée, le tube décortiqué et dépouillé de son carbonate cristallisé, la nouvelle incrustation n'a plus lieu. Je ne saurais assurer que la circulation dure longtemps dans cette eau pure de sels ; j'y ai pourtant conservé des tubes à articulations artificielles (3285), depuis le 13 jusqu'au 22 août 1827; aucune incrustation ne se montrait sur leur surface.

3292. Dans l'eau saturée de sulfate de potasse, l'incrustation ne m'a pas paru se produire ou augmenter pendant l'espace de 4 jours. Dans une solution de sel marin ordinaire, la circulation a duré tout au plus 2 heures. Dans une solution de nitrate de potasse, des tubes avec leur incrustation et à articulations factices (3285) se sont conservés 9 jours, et je crois être en droit d'attribuer leur mort à des accidents mécaniques. Mais pendant ce court espace de temps l'incrustation s'était beaucoup éclaircie, par l'effet de la double décomposition.

3293. Toutes ces expériences, surtout celle de l'alinéa 3291, prouvent que l'incrustation de carbonate calcaire est moins l'effet d'une EXSUDATION que celui D'UNE VÉRITABLE INCRUSTATION PROVENANT DU LIQUIDE AMBIANT.

3294. Si l'on place, au foyer du microscope, un tube décortiqué (3283) et dépouillé de son incrustation, mais humecté par une faible goutte d'eau, on remarque qu'à mesure que l'eau s'évapore le mouvement intérieur se ralentit ; mais, si, à l'instant où il est sur le point de s'arrêter entièrement, on dépose de nouveau une goutte d'eau sur un point quelconque de ce tube, on voit subitement la portion du liquide intérieur correspondant à ce point humecté, s'ébranler pour se remettre en mouvement ; et si alors, à l'aide d'une pointe, on promène la goutte d'eau sur le reste du tube, la circulation se rétablit avec toute sa régularité.

3295. Si l'on plonge chaque extrémité du tube décortiqué dans l'eau, et qu'on laisse exposée à l'air la portion intermédiaire, celle-ci ne manque pas de se contourner et de se dessécher, en s'aplatissant. Si le tube n'avait pas été décortiqué, cet effet n'aurait pas lieu. L'explication de cette anomalie se présente facilement, quand on pense que l'écorce de ces tubes se compose de tubes longitudi-

(*) Cette coagulation ne m'a pas paru avoir lieu, au moins d'une manière aussi intense, lorsque je faisais l'expérience dans l'eau distillée.

naux, dont les interstices et la capacité peuvent, par l'effet de la capillarité, porter l'eau sur toute la surface du tube qu'elle recouvre. Celui-ci, au contraire (pl. 8, fig. 3, *aa*), n'offrant ni cellules ni cylindres, et se trouvant formé tout simplement d'une couche épaisse et homogène, qu'on peut assimiler en quelque sorte à une membrane simple (1540), il s'ensuit que sa substance absorbe les liquides, par imbibition, dans le sens de son épaisseur et non dans celui de sa longueur. En d'autres termes le tube de *Chara* est à lui seul une grande cellule (1103).

3296. La cause qui fait contourner le tube desséché réside uniquement dans le retrait de la substance qu'il renferme : car si l'on coupe transversalement un tube décortiqué dans l'eau, et qu'on l'y vide en l'exprimant entre deux doigts, le tube reprend aussitôt, et il conserve, en se desséchant, sa forme cylindrique.

3297. Une goutte d'alcool, d'ammoniaque liquide, d'alcali caustique, ou d'acide, soit végétal, soit minéral, déposée sur la surface externe d'un tube décortiqué, arrête subitement la circulation.

3298. DONC LES PAROIS DU TUBE JOUISSENT DE LA PROPRIÉTÉ D'ABSORBER ET D'EXHALER PROMPTEMENT LES LIQUIDES QUI LES HUMECTENT. Arrivons maintenant au mécanisme de la circulation du liquide contenu dans le tube.

3299. Le phénomène des deux courants inverses et ne se mêlant jamais entre eux avait paru si extraordinaire aux physiologistes, que la plupart, dans le but de diminuer l'anomalie, s'étaient crus autorisés à admettre l'existence d'une cloison entre les deux courants.

Quant à moi, dans mes expériences, je ne m'étais pas empressé d'expliquer les faits observés; persuadé que l'explication résulterait d'une série d'observations coordonnées d'une manière philosophique, je me contentais d'analyser et de décrire, lorsqu'un jour, faisant chauffer à la lampe un tube de verre plein d'alcool et dans lequel étaient suspendus des globules graisseux, je fus frappé de l'analogie qui semblait exister entre les mouvements que la chaleur déterminait dans l'alcool, et la circulation que j'avais tant de fois observée dans un tube de *chara*. Je voyais en effet les globules graisseux monter du fond de mon tube, en glissant contre une moitié des parois, et une fois arrivés à la surface du liquide, je les voyais redescendre, en glissant contre la paroi opposée, pour arriver une seconde fois dans le fond, et remonter encore, et ainsi de suite indéfiniment; ce qui offrait à l'œil deux courants inverses et séparés par une ligne de démarcation constante. Cette expérience peut se répéter, avec plus de facilité encore, au moyen d'un tube rempli d'alcool, dans le fond duquel on aura déposé de la sciure de liége; la chaleur seule de la main suffira pour y produire ce phénomène de circulation, aussi longtemps qu'on désirera l'observer. Si l'on réfléchit maintenant un seul instant sur les circonstances de l'expérience, on ne manquera pas de s'assurer que c'est l'effet le plus simple et le plus ordinaire des lois hydrauliques : car dès que la chaleur vient à dilater des molécules de liquide, celles-ci tendent à monter; et comme elles éprouvent de la résistance de la part de la colonne verticale, elles prennent la résultante, et se dirigent vers une des parois qu'elles longent jusqu'à la surface du liquide. Là, poussées par les molécules suivantes, et devenues en outre moins légères par le refroidissement, elles redescendent, en longeant l'autre paroi, pour venir se réchauffer, se dilater encore et monter une seconde fois. Les particules de liége ou de graisse ne sont destinées, dans cette expérience, qu'à indiquer la marche des courants, et à représenter les molécules liquides dont la direction, sans ce moyen, échapperait aux regards. Si, pour mieux représenter encore la ciculation des *chara*, laquelle a lieu, que le tube soit placé ou verticalement ou horizontalement, on n'a qu'à couder un tube de verre à angle droit, à remplir le côté horizontal d'alcool tenant en suspension des corpuscules; il ne sera plus besoin que d'employer un peu plus de chaleur, pour que les molécules puissent vaincre la résistance des parois supérieures, contre lesquelles elles auront à glisser horizontalement; mais le phénomène sera évidemment le même (*).

3300. EN CONSÉQUENCE, lorsqu'un mobile quelconque a donné une impulsion à un liquide contenu dans un tube fermé par les deux bouts, il se produit nécessairement un double courant, ou plutôt un seul courant qui revient indéfiniment sur lui-même, sans mêler ses deux moitiés, et en conservant une ligne de démarcation bien distincte.

3301. Or, dans les *Chara*, ce n'est point la chaleur qui est ce mobile, puisque tous les points de ces tubes étant également plongés dans l'eau, les uns ne peuvent être plus échauffés que les autres. Plongez en effet dans la même eau, et à

(*) *Annal. des sciences d'observat.*, tom. III, page 304. 1830.

côté du cylindre de *chara*, un tube de verre fermé par les deux bouts et rempli d'alcool imprégné d'un peu de sciure de liège ; l'alcool restera immobile alors, que la circulation se montrera énergique dans le tube de *chara*. Sans doute la circulation augmente d'énergie avec la température, de même que tout autre phénomène de vitalité ; mais il serait absurde de soutenir, dans cette circonstance, que la circulation du *chara* dépend uniquement de l'action de la chaleur sur le liquide.

3302. Or nous avons vu que les parois des tubes décortiqués de *Chara* aspirent rapidement les liquides qui les mouillent (3294, 3297) ; ces mêmes parois expirent le liquide qu'elles recèlent avec non moins de rapidité (3294, 3295) ; ce qui doit être, puisque partout où il y a aspiration, imbibition, absorption continue, il doit nécessairement exister une expiration, une transsudation, la capacité restant invariable. Or ce double phénomène d'aspiration et d'expiration ne saurait avoir lieu, sans que le liquide contenu reçoive une impulsion capable de produire des courants, et partant la circulation que nous venons de décrire et de définir.

3303. Qu'on introduise, en effet, dans la capacité d'un grand tube de verre, deux tubes effilés à la lampe et se dirigeant au dehors en sens inverse l'un de l'autre ; que l'extrémité de l'un plonge dans un réservoir d'eau, et que, par l'extrémité de l'autre, l'observateur aspire fortement l'eau du grand tube ; aussitôt on verra s'établir, dans l'intérieur du grand tube, deux courants opposés, se dirigeant l'un du tube qui aboutit au réservoir vers le fond du grand tube, et l'autre, du fond du grand tube vers le côté du tube aspirateur ; là les corpuscules suspendus dans l'eau, ne pouvant pas s'introduire par l'extrémité trop effilée du tube aspirant, seront chassés par les molécules qui les suivent, pour aller compléter le cercle de la circulation.

3304. Mais qu'est-ce que la force produite par deux tubes, en comparaison de ces milliers de pores invisibles du tube des *Chara*, tous destinés à l'aspiration et à l'expulsion des molécules liquides, qui doivent concourir et qui ont concouru à l'acte de la circulation ? Aussi voit-on que les molécules organisées, que charrie le liquide circulant dans l'intérieur du tube de *Chara*, glissent en adhérant fortement à ses parois vertes ; qu'elles ne dévient jamais de leur direction primitive (3284) ; qu'alors même que le tube a été ouvert sur une portion de sa longueur, les molécules organisées sont encore amenées au dehors par l'action de ces parois mêmes, à peu près comme une chaîne sans fin, qui serait mise en mouvement autour de deux poulies opposées.

3305. Le mobile de la circulation résidant dans l'aspiration et dans l'expiration des parois ; d'un autre côté, la ligne médiane blanche (pl. 8, fig. 2, *a*) ne présentant jamais les traces du moindre courant, et restant au contraire invariablement la ligne de démarcation des deux courants opposés, il est évident que la propriété d'aspiration et d'expiration est inhérente à l'agglutination de la couche verte contre la paroi interne du tube diaphane (3296). Aussi la moindre solution de continuité dans cette couche arrête-t-elle subitement la circulation.

3306. En nous occupant des *tissus respiratoires* des animaux (1926), nous avons étudié les mouvements que ces tissus sont capables d'imprimer au liquide ambiant ; ici nous venons de constater le mécanisme des mouvements que le *tissu respiratoire* des végétaux imprime au liquide contenu dans la capacité de l'organe. La question n'a pas changé de face, mais seulement de terrain, et dans les deux règnes le phénomène est identique ; la cause mécanique en est dans l'*aspiration* et dans l'*expiration* des tissus ; l'effet mécanique en est dans les mouvements du liquide *aspiré* et *expiré ;* la loi première du phénomène est une de celles qui échappent à l'observation.

3307. Cette propriété d'aspirer et d'expirer les liquides, nous avons déjà eu occasion de la reconnaître, parmi les substances végétales, à l'huile déposée dans l'acide sulfurique (3164), au grain de pollen déposé sur une goutte d'eau (1413) ; et ce dernier organe aspire si fortement l'eau, qu'un *remous* énergique se manifeste autour de lui et fait tourbillonner le liquide ambiant.

## § II. *Analyse microscopique du suc qui circule dans les tubes de chara.*

3308. Un tube de *Chara hispida* (3283) ne renferme qu'une goutte de liquide ; je doute que les chimistes eussent assez compté sur leur patience, pour entreprendre l'analyse de cette substance par les procédés en grand. Mais ce qui paraîtra certain aux personnes qui, ne se contentant pas de lire ce qui va suivre, essayeront de vérifier par elles-mêmes la nature des résultats, c'est que jamais les procédés en grand n'auraient fourni des résultats aussi précis et aussi simples que ceux auxquels m'ont

amené les procédés compliqués, dont une prévision de chaque instant m'a fait suivre pendant deux ans tous les détours.

3309. Toutes les fois que j'ai voulu examiner chimiquement le suc contenu dans un tube de *Chara*, j'ai eu soin de dépouiller entièrement celui-ci de son incrustation calcaire, de le laver ensuite à l'eau distillée, de le couper avec des ciseaux nettoyés, et d'en répandre le suc sur une lame de verre passée à l'eau distillée et essuyée avec un linge blanc en pressant le tube entre les doigts. Ce dernier procédé force un assez grand nombre de lambeaux de la membrane verte de sortir du tube avec le suc proprement dit; mais il est facile de tenir compte des modifications que sa présence est dans le cas d'apporter aux résultats.

3310. Le suc d'un *Chara* plein de vie et de mouvement rougit toujours le tournesol d'une manière assez intense. Je crois avoir trouvé tout au plus deux exceptions sur des centaines de tubes, qui ont été sacrifiés à cette seule expérience, depuis le premier printemps jusqu'en automne.

3311. L'ébullition la plus prolongée ne semble pas diminuer l'intensité de cette acidité. La fumée de l'incinération du produit réuni d'une vingtaine de tubes, bien loin de ramener au bleu un papier rougi par les acides, rougissait au contraire un papier bleu. Les personnes qui attachent une grande importance à ces réactions, quant à la détermination du règne organique auquel on cherche à assigner une substance, décideraient, sur ce seul fait, que le suc de *Chara* ne renferme pas de substances animales ou azotées.

3312. Abandonné à lui-même, ce suc ne manque jamais d'acquérir une odeur marécageuse, bien plus prononcée encore que celle qu'il exhalait au sortir du tube; il se couvre d'infusoires ou d'une immense quantité de petits globules hyalins, qui, par leur rapprochement, ne semblent plus faire qu'une seule masse, et dont le diamètre, évalué approximativement, ne m'a pas paru dépasser $\frac{1}{400}$ de millimètre. Le suc a perdu alors son acidité.

3313. Pour essayer ce suc par les réactifs dans un verre de montre, il faut en avoir obtenu une certaine quantité, l'étendre d'eau distillée (car l'aspect en est toujours louche). Voici ce qu'on observe (75) :

3314. L'oxalate d'ammoniaque ne produit aucun louche dans le liquide; le prussiate de potasse, même à l'aide d'un acide, ne le bleuit pas; l'infusion de noix de galles ne manifeste pas la couleur verte, par laquelle ce réactif dénote la présence du carbonate de soude. L'ammoniaque liquide et la potasse caustique n'en précipitent rien. Les acides étendus n'y produisent pas la moindre effervescence; la réaction du muriate de platine serait trompeuse sur d'aussi petites quantités; cependant on peut voir, avec un peu d'attention, qu'il précipite, mais faiblement. Ce suc ne renferme donc ni fer, ni carbonate de soude ou d'autre base, ni chaux libre ou combinée, ni alumine, ni magnésie.

3315. Le nitrate d'argent, au contraire, occasionne un précipité floconneux très-abondant, qui devient violâtre au contact de l'air; ce suc renferme donc en abondance des hydrochlorates. Le liquide filtré passe transparent, mais à la longue il épaissit par l'ébullition et devient louche (1535). Ce liquide renferme donc de l'albumine.

3316. Je laissai précipiter, pendant une heure, les flocons que le suc extrait d'une trentaine de tubes m'offrait en suspension; je décantai le liquide, je lavai plusieurs fois le précipité à l'eau distillée, en attendant, pour décanter, chaque fois, que le précipité se fût un peu tassé; je fis incinérer alors le résidu dans une cuiller de platine, à la lampe à esprit-de-vin. Toute la substance commença par noircir; et, à la longue, il est resté, contre les parois de la cuiller, une couche épaisse, blanche, d'un œil un peu bleuâtre, offrant les mêmes réticulations que l'albumine laisse par son incinération. L'eau distillée, avec laquelle j'ai lavé ces cendres, n'agissait, en aucune manière, sur les papiers réactifs. Un acide végétal étendu y produit une petite effervescence, mais ne parvient jamais à tout dissoudre. Au chalumeau on observe ces scintillations éblouissantes que présente le carbonate de chaux, à l'instant où il passe à l'état alcalin. Ce qui reste, après le lavage par l'acide, ne fond pas, ne varie pas au feu ordinaire du chalumeau; il ne se délite pas dans l'eau, n'est jamais déliquescent; dissous dans l'acide nitrique étendu, l'oxalate d'ammoniaque en précipite abondamment la chaux; c'est enfin du phosphate de chaux. Éclairons maintenant ces réactions à l'œil nu, par les investigations microscopiques.

3317. Le suc d'un tube de *Chara*, étalé sur une lame de verre, offre, outre les lambeaux de la membrane verte (3287) (pl. 8, fig. 1, *b*), une quantité considérable de globules blancs, plus ou moins libres, plus ou moins agglomérés en globules tremblotants que la figure 18 représente vus par réflexion, et la fig. 20 vus par réfraction; ils

ne se prennent pas en une masse continue, comm lorsqu'on laisse les tubes se vider dans l'eau (fig. 1, *a*). Ces grands globes sont ceux qu'on observait, à travers les parois, tournant sur leur axe (3284). Les plus petits sont ceux qui étaient charriés par le liquide, et qui, en passant sous la membrane verte (3287), ont paru verts aux observateurs modernes et ont été décrits comme tels.

3318. Or l'alcool concentré coagule les petits comme les grands globes, les rend plus opaques et d'un blanc plus laiteux (1496); l'acide nitrique les jaunit (fig. 1, *f*) (1532); l'acide hydrochlorique concentré finit par leur imprimer une couleur d'abord violette, puis bleue, et les dissout, quand il est en excès (fig. 1, *e*) (1534); l'acide sulfurique seul leur communique la couleur purpurine, que ce réactif communique à un mélange de sucre et d'albumine (fig. 1, *d*) (3168); l'ammoniaque caustique les dissout à l'état frais, et avant leur entière dessiccation; il en est de même de l'acide acétique; la chaleur en rapproche les molécules, et en altère la forme en les coagulant (1510). Ces grands et ces petits globes sont donc de l'albumine précipitée du liquide circulant qui les tenait en suspension.

3319. En laissant évaporer maintenant le liquide sur une lame de verre, de nouveaux phénomènes se présentent à l'observation (*). Le liquide desséché présente çà et là, outre les grumeaux albumineux, quatre sortes de cristallisation que l'on voit groupées à la fig. 12, pl. 8 (*abcd*). Leur forme étant constante, il s'agissait d'en étudier la nature; nous renvoyons cette étude à la 2e classe de ce système; il nous suffira ici de savoir que le cristal (*a*) est du chlorure de soude (sel marin); les arborisations (*ddd*), de l'hydrochlorate d'ammoniaque; les cristallisations (*b*), de l'hydrochlorate de potasse; et les lames elliptiques (*c*), des cristaux de tartrate de potasse déposés d'un mélange d'acide acétique et d'albumine. Car le tartrate de potasse dissous dans l'eau pure cristallise, comme on le voit fig. 13. Je prouverai ailleurs que ce mélange d'acide acétique, d'albumine et de tartrate de potasse, correspond au prétendu lactate de potasse que Berzélius signale surtout dans le sang.

3320. Le suc de la circulation de *Chara* renferme donc de l'albumine dissoute par l'acide acétique libre, de l'albumine indissoute ou plutôt précipitée peu à peu de sa dissolution, du sucre; des hydrochlorates d'ammoniaque, de soude, de potasse; du tartrate de potasse en dissolution. L'acide acétique, en se dégageant, quand on soumet le liquide à l'action de la chaleur, MASQUE LE DÉGAGEMENT DE L'AMMONIAQUE (1254). D'un autre côté, quand on étend le liquide d'eau, L'ACIDE PERDANT ALORS DE SA FORCE, ABANDONNE UNE GRANDE PARTIE DE L'ALBUMINE (1268), ET LE SUC SEMBLE SE COAGULER SPONTANÉMENT, COMME PAR L'ACTION DE LA CHALEUR (1496). Enfin, cet acide et l'albumine s'opposent à la cristallisation régulière du tartrate de potasse, et le rendent déliquescent.

3321. La membrane verte (3287) renferme la résine que les chimistes ont désignée sous le nom de *Chlorophylle* (1098).

3322. J'aurais cru laisser incomplète l'analyse du suc de *Chara*, si je n'avais pas cherché à analyser la substance du tube lui-même. J'ai exprimé, dans l'eau distillée, un assez grand nombre de tubes, pour les dépouiller de toute la matière verte qu'ils recélaient. Je les ai laissés séjourner quelque temps dans l'acide hydrochlorique très-étendu, afin d'enlever tous les sels insolubles dont ils auraient pu être incrustés. Je les ai lavés de nouveau à l'eau distillée, et je les ai laissés sécher. Brûlés dans une cuiller de platine, leur fumée ramène au bleu un papier rougi par un acide. Incinérés près de la flamme blanche d'une chandelle, leurs cendres offrent les scintillations éblouissantes du calcaire, qui devient alcalin. Ces cendres, insolubles dans l'eau, faisaient une vive effervescence avec les acides quelconques, et elles s'y dissolvaient presque entièrement. Les réactifs n'y indiquaient enfin que le carbonate de chaux. Je déposai un certain nombre de tubes bien préparés dans l'acide sulfurique concentré; ils s'y sont dissous presque entièrement; sans attendre que l'acide vînt à charbonner la substance organique, j'étendis doucement d'eau le mélange, et je saturai ensuite l'acide par la craie; je filtrai et fis évaporer le liquide, en ayant soin de filtrer de nouveau, toutes les fois que l'élévation de température précipitait le sulfate de chaux tenu en dissolution. Par l'évaporation complète, j'obtins une couche gommeuse, soluble dans l'eau, et précipitée par l'alcool.

(*) Je recommande, dans ces sortes d'expériences, de bien étudier d'avance au microscope les impuretés de la lame de verre; elles offrent quelquefois des compartiments anguleux qui simulent des cristallisations, surtout lorsqu'elles ont été passées au feu d'une manière un peu brusque. Les verres de montre offrent beaucoup de ces sortes de défauts, sources de plus d'une illusion.



3323. Si l'on n'avait à sa disposition qu'une faible quantité de cendres à reconnaître, on pourrait se servir avantageusement de l'acide tartrique, qui précipite la chaux à un état cristallin, dont les formes sont susceptibles d'une détermination exacte.

## § III. *Application physiologique.*

3324. L'organisation du tube de *Chara*, dépouillée de son incrustation calcaire, ne diffère aucunement de celle de toute autre cellule végétale, tapissée à l'intérieur d'une membrane verte (1103), que cette cellule soit sphérique ou allongée, et pseudo-vasculaire (3101). Il est donc évident que le liquide que celles-ci renferment doit circuler de la même manière que le liquide du *Chara*, par suite de l'aspiration et de l'expiration de leurs parois (3298). Il faut en dire autant de tous les entre-nœuds des conferves; celles-ci, malgré leur transparence, possèdent une incrustation calcaire qui achève de compléter leur analogie avec le tube interne des *Chara*.

3325. Dans le *Nouveau système de physiologie végétale*, paru en décembre 1836, nous avons signalé, § 1406, la cellule artificielle de chara (3285) comme le meilleur toxicomètre végétal. Car tout végétal réduit à sa plus simple expression se résumant dans une cellule douée de vitalité, il est évident qu'une substance devra agir proportionnellement à sa masse sur le végétal tout entier, de la même manière qu'elle aura agi sur la cellule isolée; or, comme la cellule de *chara* est de minime dimension, et qu'elle peut être mise en état en quelques minutes, on aura le moyen de constater en quelques instants les propriétés vénéneuses d'une substance; ce qui, en opérant sur le végétal entier, exigerait des journées entières, des masses considérables de la substance d'essai, sans compter que l'expérience serait exposée à une foule de contre-temps et de complications capables de jeter l'esprit dans des interprétations tout à fait erronées du phénomène. A la page 351 du même ouvrage, nous désignions la même cellule, comme un des organes les plus propres à déterminer le genre d'influence qu'exerce l'électricité sur la vitalité végétale, influence qu'on a depuis longtemps si vainement cherché à constater, en opérant sur des végétaux d'une grande dimension. Becquerel a tenté d'exploiter cette idée dans un travail lu, le 4 décembre 1837, à l'Académie des sciences, en commun avec Dutrochet, qui, tout en changeant d'idée, s'est contenté, pour son compte, de copier à la lettre nos premiers essais. Quant aux applications de l'électricité à la circulation du *chara*, elles n'ont pas amené Becquerel à des résultats que l'on ne puisse prévoir d'avance; et si nous les mentionnons ici, c'est seulement pour compléter l'histoire des progrès que l'Académie fait, à chacune de nos publications, dans la voie de la nouvelle méthode, qui a l'honneur de n'être nullement académique. Il ne faut pas trop en vouloir à ces messieurs de ne pas citer la source à laquelle ils puisent ces nouvelles idées; il est des citations qui portent malheur, et il est des positions que l'on s'exposerait à perdre, si l'on se montrait trop fidèle à citer. Nos livres sont à l'*index* du pouvoir qui fait vivre; mais les conditions de l'*index* ne vont pas jusqu'à en défendre la lecture, et ces messieurs nous font l'honneur de profiter largement de la permission et de la tolérance. Nous n'avons pas (ils ne nous démentiront pas à cet égard) de lecteurs plus assidus qu'eux. Qu'ils en acceptent ici l'expression de toute notre reconnaissance.

## § IV. *Aménités académiques.*

3326. Nous n'avons presque pas changé un seul mot à la rédaction de la séve cellulaire, telle qu'elle a été reproduite dans la première édition de cet ouvrage, afin que nos lecteurs aient les éléments nécessaires, pour juger de la nouveauté des idées de nos illustres savants, à qui il a pris fantaisie de s'occuper du même sujet, dans leurs lectures hebdomadaires. Nous nous permettrons à cet égard quelques observations relatives à la moralité du fait matériel.

L'apparition de nos premières publications microscopiques, et surtout la nouveauté inattendue des résultats qui s'y trouvaient consignés, parut inspirer un vif intérêt à un vieillard qui s'adonnait alors à la démonstration des curiosités de la nature, et surtout à celles dont on ne peut être témoin qu'a la faveur des verres grossissants. Ce savant modeste et sans titres connaissait à fond la nature des savants titrés; car c'était par ses mains que passait chaque mois l'argent qui en faisait vivre un assez grand nombre : il était caissier général de l'administration de la police. Poli par caractère, et rusé par nécessité, mais jamais flatteur; réservé sans dissimulation, bienveillant et d'une complaisance dans la démonstration qui allait jusqu'à la passion de démontrer, cet homme se multipliait, afin de donner la nature en spectacle dans son cabinet, et de peindre à fresque

sur sa muraille, au moyen du microscope solaire, le *vibrion* de la farine, les *infusoires*, les *pattes de mouches*, les *yeux des insectes*, etc., pour l'amusement de messieurs les observateurs académiciens, dont l'unique micrographe que l'Académie possédât alors dans son sein, n'avait vu jusque-là au microscope que des tranches de bois. Les visiteurs n'apercevaient, dans tous ces soins, qu'une infatigable complaisance, qu'une coquetterie de démonstrateur; ils se trompaient; c'était en grande partie un calcul d'honnête homme en lutte continuelle avec les exigences de sa position. A force de soutenir l'attention par la variété du spectacle, il maintenait, sans l'imposer, un rigoureux silence; et chaque soir, *au rapport*, il pouvait dire, sans mentir et sans crainte d'être jamais démenti : « J'ai reçu beaucoup de monde et n'ai rien entendu. » J'aurai toujours présent à l'esprit l'expression de contentement que prenait sa figure, lorsqu'il s'écriait en me serrant la main, à moi proscrit : « A chaque nouveau préfet que l'on nous donne, je n'ai jamais manqué de rappeler ma devise : *Par la nature de mes fonctions, je ne suis forcé que de connaître deux couleurs, la jaune et la blanche : la monnaie d'or et la monnaie d'argent.* » On ne pouvait pas me faire comprendre, avec un sentiment plus exquis des convenances, combien il désirait me voir accepter son amitié qui, pour moi, ne pouvait avoir ni l'une ni l'autre de ces deux couleurs, mais qui semblait s'offrir à moi en respectant les miennes, celles dans lesquelles j'ai pris naissance, et dans lesquelles je m'envelopperai en mourant.

Bientôt ses invitations devinrent plus pressantes, et ses visites dans mon galetas plus fréquentes; chaque mémoire dont je lui adressais une épreuve imprimée me valait une missive pleine de grâce, d'intérêt et d'encouragements; j'en conserve quelques-unes, dans lesquelles son âme semble se répandre tout entière, et c'était l'âme d'un père marchant sous un autre drapeau que son fils.

Messieurs les candidats et membres de l'Académie ne tardèrent pas à venir prendre, chez ce savant désintéressé, des leçons, sur l'art d'observer, au microscope, les nouveautés que nous placions fréquemment alors sous l'égide de la publicité hebdomadaire de l'Académie des sciences. Celui qui l'égayait le plus, à son insu, par ses naïves questions, était son sécrétaire général lui-même, membre alors de la plus savante académie du monde, et physiologiste très en renom (*). Mais dès que l'un de ces messieurs savait bien sa leçon, il n'avait rien de plus pressé que d'aller en faire le sujet d'un petit bout de note à l'un des lundis de l'Institut; et dans tous ces bouts de note, le maître n'était nullement mentionné; ce dont au reste ce vieillard bien avisé paraissait se soucier fort peu.

Feu Lebaillif n'était pas un des esprits qui cherchent à approfondir; il ne s'appliquait qu'à bien faire voir ce qu'il avait vu, et il perdait beaucoup de temps à cette complaisance. Il a introduit dans la science quelques faits positifs, mais tous d'une portée fort peu étendue; il avait une espèce d'horreur pour l'induction et l'analogie; crainte de se tromper, et par suite de la propension de son esprit, il donnait beaucoup trop de temps à retourner, sous des points de vue de peu d'importance, le petit sujet qui l'amusait.

A l'époque où nous l'avons connu, il se mit à observer et à faire voir la circulation dans le tube de *chara;* nous le déterminâmes à nous donner une note de ses observations, que nous insérâmes textuellement dans le *Bulletin des sciences naturelles et de géologie* (**), dont nous étions alors un des rédacteurs en chef. Cette note, rédigée minutieusement, renfermait cependant un fait nouveau, et sur lequel il était bon de fixer l'attention des savants. Lebaillif, en effet, avait remarqué le premier les gros globes qui ne sont pas entraînés par le courant (3284), mais qui pivotent sur eux-mêmes au fond du tube. Quant à l'explication du phénomène de la circulation, l'auteur embarrassé tâchait de l'expliquer par la phrase suivante : « Les spirales ou ligaments inclinés se prononcent comme des chanterelles d'une finesse extrême, qui concourent peut-être, par leur proéminence, à canaliser dans l'intérieur la marche des deux courants. » L'auteur désignait, par ces ligaments et ces chanterelles, les séries globulaires qui tapissent la matière verte, et que l'on voit se dessiner à travers la membrane externe du tube du *chara*, sur notre fig. 2, pl. 8. Et pour rendre mieux encore sa pensée, il avait construit un appareil composé de deux tubes de verre fermés à la lampe par un bout, et d'un diamètre différent. Il entourait le moindre d'une double spirale de ficelles d'un calibre tel, que le tube pouvait alors entrer à frottement dans le plus grand. Chaque ficelle formait ainsi la cloison d'un petit canal, qui n'avait aucune communication

(*) Voyez *Essai de chimie microscopique*, note de la page 3, 1830.

(**) Tome XII, n° 251. Novembre 1827.

avec le canal contigu. Il remplissait d'eau l'un de ces canaux, et de vin l'autre; il offrait par là aux regards académiques la réalisation de deux courants contigus inverses et qui ne se mêlaient pas; l'instrument-formule ne manquait jamais d'être posé auprès du microscope, dès le commencement de la démonstration de la circulation du *chara*, et la leçon finissait toujours par un trait de comédie, par une petite farce, qu'accompagnait immanquablement la phrase suivante : « Vous le voyez, messieurs, d'un côté l'eau s'écoule, et du côté opposé on boit le vin. » Ce qui égayait beaucoup la savante assemblée.

Un jour que j'assistais à la représentation, en compagnie de Saigey et de Legrand, professeur de physique à Nancy : « Pardon, lui dis-je, notre maître, j'ai trouvé du phénomène une explication moins savante, mais plus naturelle; permettez-moi de vous la soumettre; l'expérience a été répétée sous les yeux de la Société philomathique dans sa dernière séance. Prenez un tube rempli d'eau pure, dans laquelle vous aurez jeté quelque peu de sciure de bois, ou bien rempli d'alcool et renfermant un peu de granules de graisse de mouton. Approchez-en le fond de la chandelle : dès les premières impressions de la chaleur, il se manifestera deux courants, l'un ascendant et l'autre descendant, tous les deux parallèles, séparés irrévocablement par une ligne de démarcation imaginaire, et ne se confondant jamais entre eux tant que l'on continuera à chauffer. » Il se trouvait précisément pendu à la muraille un de ces instruments en verre, destinés à mesurer l'intensité de la chaleur dégagée par les mains, un tube de verre fermé hermétiquement et rempli d'alcool dans lequel nagent quelques parcelles de poussière insoluble; on ne pouvait pas avoir sous la main un instrument capable de montrer plus promptement le phénomène : « Je conçois, dit le vieillard, en observant le tube, je conçois; pardieu! c'était bien simple. » Et sur-le-champ, il désemboîta ses tubes primitifs, enleva ses spirales de ficelle, et ne plaça plus désormais sur la table de la démonstration que le tube calorimètre.

C'était le 1er septembre 1828 environ. Notre note avait été lue le 28 août à la Société philomathique en présence de Larrey, Becquerel, Bussy, Villermé, etc., entre les mains de qui l'appareil de la démonstration avait circulé. La plupart de ces messieurs se rendaient fréquemment chez Lebaillif, et en connaissaient tous les appareils. Deux ou trois semaines après, je transmis la note et l'appareil à l'Académie des sciences, dans le sein de laquelle se trouvaient de nombreux élèves de Lebaillif; l'appareil circula dans la salle; Dutrochet était présent (je note ce fait, il va devenir important). Dans une soirée brillante de Cuvier, ce candidat d'alors blâma hautement cette expérience, au milieu d'un groupe composé d'une coterie occulte fort puissante alors dans les bureaux. *Le Globe* inséra textuellement la note que j'avais transmise à l'Académie. Je la reproduisis dans le no 1er, 1829, du *Répertoire général d'anatomie*, puis enfin dans les *Annales des sciences d'observation*, tom. II, pag. 400, octobre 1829. Jusque-là critique occulte, mais silence public. Or nous étions arrivés à l'époque, où l'opinion faisait justice assez hautement de deux plagiats académiques, que l'on ne se gênait pas de qualifier par le mot propre. Le pouvoir d'alors décida de se venger. Ce fut Dutrochet qui exécuta la mission à sa manière; et, le 18 janvier 1830, il vint lire à l'Institut un petit bout de note, sur la circulation de *chara*, bout de note insignifiant en lui-même, mais dans lequel il décrivit notre petit appareil et notre explication; et, à notre grand étonnement (notre étonnement serait moins grand aujourd'hui), il fit passer toutes ces choses sous le nom de Lebaillif. Nous qui n'avons rien à craindre, et qui ne sentons dans notre conscience aucun motif de rougir, nous adressâmes une réclamation appuyée sur pièces et sur témoignages; nous soumîmes ainsi la cause au jugement de l'opinion publique. Là, personne ne se présenta, le candidat Dutrochet garda le silence. Mais la réponse se trouva dans les *Annales des sciences naturelles* (nov. 1829, paru en février 1830, p. 276), journal éminemment protégé alors par toutes les administrations occultes et publiques.

Lebaillif s'y plaignait d'avoir été cité comme l'auteur de l'explication de la circulation; il en rapportait le mérite à Rumfort et à Thompson; non pas que ceux-ci aient jamais observé une seule fois de leur vie un tube de *chara*, mais, disait-il, parce qu'ils avaient vu que la chaleur déterminait, dans les liquides, des courants divers, ascendants et descendants. Pauvre vieillard! il cherchait à esquiver par un trait d'esprit un acte qui répugnait à sa conscience; forcé de trahir la vérité et l'amitié, il tâchait de s'en tirer par une *restriction mentale*. La police d'alors venait de lui imposer une nouvelle tâche; et le caissier de ces lieux, qui jusque-là s'estimait si heureux de ne connaître, en fait de couleurs que le blanc et le jaune, fut condamné à en connaître une troisième que l'on n'ose pas avouer. Contre de pareils pro-

cédés, il n'y avait qu'une seule ressource, c'était de jouer *cartes sur table*. Nous le fîmes dans les *Annales des sciences d'observation*, tom. III, pag. 304, 1830. Nous opposâmes à la citation de Rumfort celle de toutes les ménagères, qui ont vu que la chaleur détermine des courants dans le pot au feu; et après avoir fait justice de ce stratagème, nous citâmes les témoins, les dates, les lettres elles-mêmes de Lebaillif; personne n'osa plus répondre à la sommation de soumettre les pièces du procès à des juges; le public jugea; et pour nous, nous rentrâmes plus profondément que jamais dans notre solitude, en face de la pauvreté qui encourage, de l'espérance qui soutient, du désintéressement qui ne trahit jamais, et de la conscience qui console de toute espèce de perfidie et de trahison.

Nous n'aurions pas touché, dans cet ouvrage, à un aussi sale sujet sur une question d'une aussi petite importance; mais nos hommes académiques, qui changent d'idées en lisant nos travaux, et refont en trois mois toute la collection des mémoires qu'ils publient depuis vingt années, ne changent pas de tactique; nous ne changerons donc pas de fouet à leur égard; et tout en relevant leurs erreurs scientifiques, ce qui est déjà une assez rude tâche pour nous, nous ne manquerons jamais de relever du même trait de plume leurs machinations; nous ferons de la morale et de la science en même temps; car ces deux choses, pour nous, n'en sont qu'une.

## § V. *Diverses espèces de séves cellulaires.*

3327. On peut distinguer les espèces de *séves cellulaires* (3282), d'après les substances organisatrices ou organisantes qui y dominent : *séve gommeuse*, *séve sucrée*, *séve glutineuse* ou *laiteuse*, *séve oléagineuse*, *séve résineuse*, *séve gommo-résineuse*, *séve oléagino-glutineuse*. Nous ne nous arrêterons pas ici sur les *séves gommeuses* et *sucrées*; nous ne ferions que répéter ce que nous avons dit sur le sucre (3201) et sur la gomme (3099).

3328. Séve glutineuse ou laiteuse. — Lait végétal. — On obtient ce suc par incision (3192) de l'*arbre à vache* (*palo de vaca*), arbre de 100 pieds de hauteur sur 7 de diamètre, qui croît dans la province de Caraccas, à 1,000 ou 1,200 pieds au-dessus du niveau de la mer. Sa place dans le système botanique n'est pas encore déterminée.

3329. Les habitants consacrent ce suc remarquable aux mêmes usages que le lait de vache, dont il partage les propriétés essentielles. C'est un liquide blanc et visqueux, dans lequel on trouve moitié de cire, du sucre, de la fibrine des auteurs (ou d'après nous, du gluten dissous dans le liquide à l'aide d'un acide ou d'un alcali, et dont une partie, abandonnée par ce menstrue, reste en suspension sous forme de globules, et rend ainsi le liquide opalin (27), enfin de silice et d'une faible quantité de magnésie et de chaux combinée avec un acide dont la nature est à déterminer.

3330. On voit que ce produit, qui porte le nom d'une substance qu'on aurait pu croire le produit exclusif de l'animalisation, se compose en définitive de substances qu'on retrouve isolément, plus ou moins mélangées dans le plus grand nombre des végétaux. Nous nous occuperons plus spécialement de la composition du lait en général, en nous occupant des substances organisatrices animales.

3331. Séve oléagineuse. — L'huile ou le principe gras que peut charrier une séve, s'y trouvant en contact avec les bases alcalines, ne doit pas manquer de se saponifier. Aussi voyons-nous l'écorce du *Quillaïa smegmadermos*, entre autres, fournir un principe savonneux, qui mousse avec l'eau et sert à laver et à détacher le linge. Nous reviendrons sur cette substance en nous occupant de la saponification.

3332. Séve résineuse. — Cette séve cellulaire, qui est celle de tous les conifères, se compose de résine rendue liquide par son mélange avec une huile essentielle; elle se solidifie d'autant plus vite, au contact de l'air, que la proportion d'huile essentielle est moins considérable. La térébenthine ne reste si longtemps liquide qu'à cause de la prédominance de l'huile essentielle.

3333. Séve gommo-résineuse. — Le mélange, dans un même liquide, de deux substances qui réclament, pour se dissoudre, deux menstrues différents, n'est pas un phénomène inexplicable. La séve renferme la gomme en dissolution et la résine en suspension, sous forme de globules sphériques, qui s'y pressent par myriades et rendent le suc laiteux et opalin; une partie de la résine peut y être tenue aussi en solution, au moyen de l'acide acétique qu'on retrouve libre dans un si grand nombre de séves. La séve descendante de l'*Assa fœtida*, de l'euphorbe (*Eu-*

*phorbia officinarum*), du *Cambogia gutta* qui donne la gomme gutte, la myrrhe qui se retire selon les uns de l'*Amyris kataf*, et, selon d'autres, d'un arbre voisin, l'encens qui provient du *Juniperus Lycia* et *thurifera*, l'*Opium* ou suc extrait de la capsule fraiche du *Papaver somniferum*, l'*Opoponax* qu'on extrait de la racine du *Pastinaca opoponax*, etc., appartiennent à cette espèce de séve.

3334. Séve oléagino-glutineuse. — L'acide acétique ou une base alcaline peuvent occasionner la dissolution simultanée ou faciliter la double suspension de l'huile essentielle et du gluten (1282), dans une séve cellulaire gommeuse. Par l'extraction de cette séve, la gomme, l'huile, le gluten, viendront simultanément se condenser à l'air, et il en résultera un mélange qui présentera des caractères *sui generis*, qu'il devra à une altération quelconque de l'huile essentielle, altération dont nous nous occuperons en parlant des huiles. Tel est le suc qu'on extrait, par incision, du *Castilleja elastica* et de plusieurs autres plantes intertropicales.

---

DEUXIÈME ESPÈCE.

Séve vasculaire ou interstitielle.

3335. Les physiologistes ont longtemps confondu, sous le nom de séve, deux genres de liquides d'origine bien différente (*) : le liquide qui circule dans les interstices des cellules végétales, dans le réseau vasculaire anastomosé de la même manière que le réseau vasculaire des animaux du haut de l'échelle; et le suc qui circule dans les longues cellules imperforées que les physiologistes avaient regardées faussement comme appartenant à des capacités vasculaires. En effet, quand on pratique une entaille à la superficie du tronc de nos arbres, le tranchant rencontre une foule de cellules s'étendant de la base au sommet du tronc, et qui, placées sous l'écorce, sont remplies d'un suc élaboré sous l'influence de la lumière, lequel circulait dans leur capacité, comme le suc du *chara* dans la capacité de l'entre-nœud de cette plante. Ce suc s'écoule par la solution de continuité qu'opère l'instrument tranchant; mais il ne s'écoule qu'en vertu des lois de la gravitation, c'est-à-dire qu'il ne s'écoule que la portion contenue dans la moitié supérieure du tube, l'autre moitié retenant, en vertu des mêmes lois, la portion qu'elle renferme; car l'une et l'autre moitié du tube sont frappées de mort. Les physiologistes ont pris ce fait purement physique pour un phénomène vital, et ils ont désigné cette séve sous le nom de *séve descendante*. Quant à la séve interstitielle et vasculaire, comme elle n'est point contenue dans la capacité d'une cellule, mais qu'elle circule, appelée par l'élaboration d'une multitude de cellules non endommagées par la solution de continuité, elle continue à monter de la racine vers le sommet, aspirée qu'elle est par les cellules supérieures; elle ne saurait donc descendre de la portion du tronc supérieur à l'entaille; mais elle se répand nécessairement en dehors une fois qu'elle est arrivée, de bas en haut, à la solution de continuité, de même que l'eau d'un tuyau de pompe qu'anime le mouvement du piston; par la même raison que ci-dessus, le physiologiste a nommé celle-ci *séve montante*. Ces deux dénominations tiraient leur étymologie d'une fausse interprétation des phénomènes, et se basaient sur l'ignorance de l'organisation végétale. La *séve descendante* est un suc enfermé dans la capacité d'une cellule très-allongée; elle ne diffère, sous le rapport de son mouvement, en aucune manière, du suc qui circule dans la capacité de la plus petite cellule. Nous avons étudié le mécanisme de sa circulation dans le tube de *chara;* quant à la nature de ses liquides, elle varie selon la nature des végétaux, et selon que les cellules qui le contiennent sont plus ou moins près de l'écorce; nous classerons ces liquides divers à la fin de cet article. La séve que nous avons à étudier dans ce chapitre se rapporte uniquement à la séve interstitielle, à celle que l'ancienne physiologie désignait sous le nom de séve montante.

3336. Séve interstitielle. — Nous avons prouvé (3298) que les membranes végétales jouissaient, comme les membranes animales (1926), de la faculté d'aspirer et d'expirer les liquides ambiants. Nous en avons déduit que cette propriété suffit pour mettre en mouvement les liquides renfermés dans une cellule, et établir, dans la capacité close, une circulation qui présentera à l'œil deux courants contigus, immiscibles et inverses l'un de l'autre (3303). Mais si la capacité, au lieu d'être une cellule close et imperforée, est un cercle complet ou un réseau de canaux abou-

(*) Voyez *Nouveau système de physiologie et de botanique*, § 1283.

chés les uns avec les autres, alors la circulation ne présentera plus qu'un seul courant continu dans chaque portion de cylindre, puisque le liquide, obéissant à la première impulsion, ne rencontrera nulle part un obstacle invincible qui le force à revenir sur lui-même. Cette circulation sera dès lors tout à fait analogue à la circulation vasculaire. Or nous avons démontré (*) que les cellules se dédoublent, sur certains arcs de leur périphérie, en canaux que les liquides et l'air envahissent tour à tour. Donc, l'aspiration de la cellule doit nécessairement imprimer une impulsion autant au liquide élaboré qu'au liquide ambiant, et établir à la fois deux circulations concomitantes, l'une interne et l'autre ambiante.

3337. De même que la circulation cellulaire, la circulation interstitielle sera d'autant plus rapide que la vitalité sera plus active, c'est-à-dire que la température sera plus élevée. Aussi la trouve-t-on stationnaire en hiver, et reprend-elle son cours au printemps et en été, pour se ralentir de nouveau en automne.

3338. Mais la circulation interstitielle est interne, en ce sens qu'elle n'a aucune communication directe avec la circulation de tout autre entre-nœud contigu; elle est aussi elle-même emprisonnée dans une cellule close, cellule qui peut varier en dimension, depuis le volume d'une graine jusqu'à celui d'un tronc gigantesque. Ce tronc est, en effet, une cellule qui a pris un essor indéfini; chacun de ses rameaux est à son tour un tronc empâté sur le tronc principal, une cellule émanée de la cellule principale; il possède à son tour une circulation interstitielle qui lui est propre, et qui est limitée par ses parois. C'est par aspiration que les liquides interstitiels passent dans l'intérieur des cellules internes autour desquelles ils coulent. C'est aussi par aspiration que la grande cellule-rameau alimente sa circulation interstitielle, au moyen de la circulation interstitielle du tronc, sur la surface duquel elle est appliquée par empâtement.

3339. La *séve interstitielle* ne doit donc être que l'eau ambiante, dans laquelle le végétal trempe par le bout inférieur, l'eau chargée des sels auxquels l'aspiration livre passage. La séve cellulaire, au contraire, est le produit d'une élaboration spéciale, d'une combinaison de la *séve interstitielle* avec l'air ambiant, que les parois de la cellule aspirent tout aussi puissamment qu'elle. La séve cellulaire est organique, puis organisatrice, pour se transformer en organes par une élaboration progressive; c'est un produit qui s'organise de jour en jour, qui acquiert de jour en jour des propriétés nouvelles, et que par conséquent l'analyse ne rencontrera pas deux fois de suite, avec les caractères qu'elle lui aura reconnus une première fois.

3340. En un mot, la séve interstitielle est aspirée, la séve cellulaire est élaborée par un organe.

3341. Mais lorsqu'on recherchera, par des procédés en grand, à recueillir l'une ou l'autre, il est évident qu'on obtiendra un mélange des deux. Car il est impossible de pratiquer, dans l'épaisseur du tronc d'un arbre, une solution de continuité qui n'intéresse à la fois, et les cellules allongées de la couche sous-corticale, et les cellules arrondies de toutes les couches, et le réseau interstitiel; en sorte que le produit de l'écoulement liquide que l'on cherchera à recueillir, sera un mélange de plusieurs produits d'origine et de composition différentes.

3342. Ce n'est donc plus par des procédés semblables que l'on devra chercher à étudier la nature et les modifications progressives de la séve; c'est en opérant sur chacun de ces sucs encore emprisonné dans la capacité de l'organe qui l'aspire ou qui l'élabore.

3343. Et c'est malheureusement ce à quoi n'avait pas refléchi Biot, lorsqu'en 1833, il entreprit de soumettre les diverses séves végétales à ses expériences de polarisation circulaire; ses derniers résultats de 1837 ont dû suffisamment lui démontrer l'inexactitude des résultats publiés par lui en 1833. En effet, l'auteur s'appliqua, à cette première époque, à étudier la séve obtenue au moyen d'une perforation pratiquée jusqu'au cœur du tronc de divers arbres; il adaptait une paille à la perforation, et recueillait, dans un flacon de verre, le liquide avec toutes les précautions nécessaires pour empêcher l'introduction des corps étrangers. Mais toutes ces précautions étaient impuissantes, contre le mélange des divers sucs renfermés dans les diverses couches d'organes que la perforation avait intéressés; lors donc que l'auteur croyait soumettre un liquide homogène aux essais de la polarisation circulaire, il opérait réellement sur un mélange plus ou moins compliqué de sels et de sucs.

3344. Cette première erreur l'entraîna dans une autre, qui en était la conséquence alors inévitable; car, ne s'étant pas occupé encore de l'action des dissolutions salines sur le pouvoir rotatoire des sucs, et généralisant les résultats obtenus

(*) Voyez *Nouveau système de physiologie et de botanique.*

d'après les sucs gommeux et les sucres de raisin ou de canne, il prononçait que la séve ne renfermait que du sucre de raisin quand elle déviait le rayon polarisé à gauche, et du sucre de canne quand elle déviait le rayon à droite. Cette induction est fausse, et l'on aura pu se désabuser depuis lors, par l'expérience directe, de la justesse d'une indication semblable. Un caractère que tant de choses sont dans le cas de faire varier de la manière la plus contradictoire et dans des limites si étendues, ne saurait être considéré comme le caractère distinctif d'une substance quelconque.

3345. La composition chimique de la *séve vasculaire* ou *insterstitielle,* varie selon les essences d'arbres et l'époque de la saison où on la recueille; mais elle n'en différera pas moins, dans tous les cas, de la *séve cellulaire*, en ce que celle-ci est plus riche en substances organisatrices qu'en sels, tandis que la *séve vasculaire* ne se compose que d'eau et de sels; le peu de substances organisatrices qu'on y rencontre provenait du suc des cellules qu'a entamées la solution de continuité au moyen de laquelle on cherche à recueillir la *séve vasculaire;* en effet, il est impossible d'atteindre celle-ci sans passer par la région qu'occupent celles-là. Les analyses peu nombreuses qu'ont publiées les chimistes sur les séves de quelques arbres, ne sauraient donc être regardées que comme des faits de détail, et non comme des données susceptibles d'être généralisées.

3346. La séve est plus ou moins fortement acide au printemps, ce qui la rend éminemment propre à se charger, sans perdre sa limpidité, de sucre, d'albumine végétale, de résine et de substances oléagineuses, et partant à donner promptement des signes de fermentation alcoolique, quand on l'abandonne à elle-même au contact de l'air. Parmi les sels qu'on y rencontre plus fréquemment, à l'état de solution, se trouvent les acétates de chaux, d'alumine, de potasse, le nitrate de potasse, les carbonates de diverses bases; la séve de la vigne contient du bitartrate de potasse, du tartrate de chaux, de l'acide carbonique libre. La vigne pleure abondamment la séve, au printemps, par toutes les tranches qu'y pratique le sécateur.

---

## DEUXIÈME DIVISION.

### SUBSTANCES ORGANISATRICES ANIMALES (3098).

3347. Substances organisatrices que l'on retire plus spécialement des animaux, et qui en général sont mêlées ou combinées à une quantité considérable de sels ammoniacaux.

---

### PREMIER GENRE.

### ALBUMINE SOLUBLE.

3348. En dépit des exigences d'une classification systématique, il eût été irrationnel de séparer, par un si long intervalle, ce que j'avais à dire sur l'albumine organisée en tissu et insoluble, de ce que j'ai à dire sur l'albumine soluble et organisatrice. L'art tenterait en vain de diviser ce que la nature a réuni; et comment diviser, si ce n'est par la pensée, deux états d'une même substance, dont l'un n'est que le dernier âge de l'autre, ou plutôt qui ne sont tous les deux que les extrêmes, arbitrairement pris, d'une longue série de nuances. Je renverrai donc, pour la description et l'analyse de l'*albumine organisatrice*, au chapitre relatif à l'*albumine organisée* (1496). L'albumine organisatrice se rencontre dans les produits de tous les organes, car elle sert à former toutes les parois des nouveaux tissus, qui se développent pour remplacer les tissus frappés de caducité.

---

### DEUXIÈME GENRE.

### LAIT.

3349. Sécrété par les glandes mammaires des femelles d'une classe d'animaux vertébrés, le lait est un liquide blanc, opaque, un peu plus pesant que l'eau, d'une saveur douce et sucrée.

3350. Abandonné à lui-même, au contact de l'air, à la température de 10°, ce liquide ne tarde pas à se séparer en deux portions, dont l'une (la *crème*) monte à la surface en vingt-quatre heures, et y forme une croûte épaisse, molle, blanche; et l'autre (le *sérum* ou *lait écrémé*) est plus liquide qu'auparavant; par un temps d'orage, la crème monte en douze heures.

3351. Après quatre ou cinq jours d'exposition dans la laiterie, et toujours à la température de 8 à 10°, la crème est séparée du *sérum*, elle est battue violemment dans une baratte ou *sérène* pleine d'eau; la masse qui reste insoluble constitue le beurre qu'on conserve en le salant.

3352. Le *sérum* devient acide, et on en retire

par la distillation une grande quantité d'acide acétique.

3353. Exposé à une température plus élevée et au contact de l'air, le lait se caille, aigrit, et finit ensuite par donner tous les produits ammoniacaux de la fermentation putride. On prévient cette décomposition en le faisant bouillir souvent.

3354. L'alcool, les acides forts le coagulent ; il faut en dire autant des sels neutres très-solubles, du sucre, de la gomme, si l'opération se fait à chaud.

3355. Les alcalis, au contraire, la potasse, la soude et surtout l'ammoniaque, au lieu de coaguler le lait, font disparaître sur-le-champ le *coagulum* produit par l'action des acides.

3356. Une analyse du lait de vache par Berzélius, que nous ne considérons que comme une analyse approximative, présente les résultats suivants : 1000 parties de lait écrémé de vache, d'une pesanteur spécifique de 1,033, contiennent 928,75 d'eau ; 28,00 de matière caséeuse avec traces de beurre ; 35,00 de sucre de lait (3257) ; 1,70 d'hydrochlorate de potasse ; 0,25 de phosphate de potasse ; 6,00 d'acide lactique, d'acétate de potasse avec un vestige de tartrate de fer ; 0,5 de phosphate de fer. La crème, d'une pesanteur spécifique de 1,024, lui a donné, sur 100 parties : 4,5 de beurre, 3,5 de fromage, 92,0 de *petit-lait*, dans lequel était renfermé 4,4 de sucre de lait et de sels. La matière caséeuse a donné, par l'incinération, 6,5 pour 100 de cendres formées de phosphate terreux et de chaux pure.

3357. La nature des climats et des pâturages influe sur la qualité et les proportions des principes du lait. Par les procédés industriels, on retire du lait, plus de beurre dans certains pays que dans d'autres. La *prêle*, dit-on, communique au lait une couleur plombée, et le prive de sa portion crémeuse.

3358. Le BEURRE que l'on retire du lait est une substance grasse, inflammable comme les huiles, en général jaunâtre, d'une pesanteur spécifique moindre que l'eau, d'une saveur agréable, d'une odeur légèrement aromatique, insoluble dans l'eau et presque dans l'alcool à froid, se saponifiant avec les alcalis. Il entre en pleine fusion à 60°.

3359. Pour transformer la crème du lait en fromage, on caille le liquide, soit avant, soit après son ébullition, au moyen d'un suc acide ; ordinairement on se sert de la *présure* ou *caillette* d'un jeune veau non sevré ; on recueille le coagulum, que l'on jette dans des moules percés de trous dans le fond ; on le sale chaque jour ; on le presse ensuite. La nature des fromages est encore plus variable que celle du beurre, ce qui provient des procédés de la fabrication, de la quantité de sel employée, de la température du local et de la qualité des pâturages.

## § I. *Théorie des phénomènes physiques et chimiques que présente l'histoire du lait.*

3360. Le lait n'offre au microscope que des globules sphériques, fortement colorés en noir sur les bords à cause de leur petitesse, lorsqu'on ne se sert que d'un grossissement de 100 diamètres, et dont les plus gros dépassent à peine $\frac{1}{100}$ de millimètre. Ces globules disparaissent dans les alcalis, tels que l'ammoniaque ; et le lait devient alors transparent. Dans un excès d'acide sulfurique concentré, une portion de ces globules se dissout avec le même mouvement qu'offrent les huiles (3164), et l'autre partie reste indissoute et incolore. L'acide acétique concentré et l'acide hydrochlorique les dissolvent tous (*).

3361. Si la masse du lait est plus considérable, elle se coagule en superbe blanc dans l'acide sulfurique (**) ; les autres acides ne le coagulent (le *caillent*) au contraire qu'étendus d'eau. Ce *coagulum* ne provient pas du seul rapprochement des globules entre eux ; mais on voit évidemment, au microscope, que les globules sont enveloppés par une membrane transparente et albumineuse,

(*) La première édition de cet ouvrage avait interrompu le cours des absurdités hebdomadaires ; l'année 1837 semble avoir reçu mission de réparer le temps perdu. Quant à nous, nous n'avons ni le temps ni la force de relever une à une ces inepties encore plus officielles qu'académiques. Permis à Minerve de prendre des grelots, pour nous rappeler qu'elle naquit un jour d'un accès de delire de Jupiter ; permis à toutes les trompettes de la presse périodique de corner de pareilles merveilles aux oreilles d'un public incompétent ; mais nous, hommes d'observation consciencieuse, comment veut-on qu'en 1837 nous prenions plaisir à réfuter sérieusement une élucubration académique destinée à soutenir, avec une prolixité de six pages in-4o, que chaque globule de lait est la graine d'un végétal du genre *mucor* ? Il faut être payé pour soutenir de telles extravagances, et l'on aurait l'air de l'être en leur accordant même l'honneur d'un coup de fouet. C'est une absurdité de commande ; n'en parlons plus. Voyez les *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 11 décembre 1837, et tirez le rideau.

(**) L'acide sulfurique ne colore pas le lait en purpurin, quoique ce liquide renferme du sucre et de l'albumine, et même de l'huile ; cela vient de la trop grande proportion d'eau qui entre dans la composition de ce mélange nourricier (3168).

diaphane et nullement granulée par elle-même ; les acides et l'alcool agissent ici comme sur l'albumine soluble.

3362. Ces globules montent à la surface du liquide en vingt-quatre heures, et viennent, en se rapprochant et se soudant par le contact, former une croûte onctueuse et peu consistante : mais on remarque que cette croûte se divise en deux couches dont la supérieure renferme plus de beurre (3350) que l'inférieure.

3363. Nous avons vu que le gluten (1268), qui est l'albumine des végétaux, se dépose de sa dissolution acide, sous forme de globules sphériques, par l'évaporation spontanée de son menstrue. Le même phénomène se présente à l'observation microscopique, si l'on abandonne à une évaporation spontanée la solution aqueuse de la portion soluble de l'albumine de l'œuf, à la température de 10 à 12° centigrades ; le liquide ne tarde pas à devenir opalin et à offrir des milliers de globules en suspension. Il en est de même de toute substance oléagineuse dissoute par un menstrue ; dès qu'on étend d'eau ce menstrue ou qu'on le sature, la substance grasse se précipite sous forme de globules infiniment petits, qui, en restant en suspension dans le liquide, en troublent tout à coup la transparence et le rendent opalin ; c'est ce qu'on a lieu de remarquer habituellement, lorsqu'on étend d'eau la solution alcoolique d'absinthe et l'eau de Cologne.

3364. Pour obtenir maintenant la théorie des phénomènes du lait, il n'est besoin que de rapprocher les résultats que fournit l'expérience microscopique avec ceux de l'expérience en grand, et nous trouverons que :

3365. Le lait est un liquide aqueux, tenant en solution de l'albumine et de l'huile (*), à la faveur d'un sel alcalin ou d'un alcali pur, et, en suspension, un nombre immense de globules albumineux d'un côté et de globules oléagineux de l'autre.

3366. Les globules albumineux, par leur pesanteur spécifique, doivent tendre à se précipiter lentement au fond du vase ; les globules oléagineux au contraire doivent tendre à monter à la surface. Mais, répandus par myriades au milieu des globules albumineux aussi nombreux qu'eux, les globules oléagineux ne peuvent pas prendre cette direction, sans enlever avec eux des globules albumineux en plus ou moins grand nombre. Voilà pourquoi, au bout de vingt-quatre heures, on remarque à la surface du lait une croûte composée de deux couches, dont la supérieure renferme plus de beurre que de crème, et l'inférieure plus de crème que de beurre ; ou, pour parler un langage plus précis, dont la supérieure contient un plus grand nombre de globules oléagineux que de globules albumineux. Ce départ doit avoir lieu également au contact de l'air et dans un vase fermé.

3367. La partie liquide, que surmonte cette couche, renferme les substances albumineuse et oléagineuse solubles, du sucre, les sels solubles, et une certaine quantité de globules retardataires et oléagineux et albumineux.

3368. Si l'on verse sur ce mélange d'huile, d'albumine, soit en solution, soit en suspension qui constitue le lait, un acide quelconque étendu d'eau, il est évident que l'alcali étant saturé, l'huile et l'albumine se précipiteront, sous forme d'un coagulum, qui enveloppera tous les globules suspendus dans le liquide, lequel reprendra sa transparence et son acidité. Le coagulum montera à la surface ; mais ce caillot différera de la crème, en ce que celle-ci n'est qu'un agrégat de globules adhérents par contact, tandis que celui-là est une véritable coagulation membraneuse. Si les acides sont concentrés, leur action sera différente selon leur nature. Ceux qui dissolvent l'albumine dissoudront l'alcali, l'albumine et l'huile en même temps. Ceux qui coagulent l'albumine, comme le fait l'acide sulfurique (1519), dissoudront l'huile et l'alcali, mais coaguleront l'albumine.

3369. Les mêmes circonstances auront nécessairement lieu, s'il se forme spontanément dans le lait un acide susceptible de saturer l'alcali ; car le lait renfermant 92 pour 100 d'eau, l'acide organique ne pourra pas être assez concentré pour dissoudre l'albumine et l'huile, qui viendront dès lors se coaguler à la surface, à cause de la légèreté spécifique de l'huile. Or, le lait renfermant simultanément de l'albumine insoluble (1540) et du sucre en moins grande quantité (3175), ces deux substances réagissant l'une sur l'autre produiront de l'acide acétique, et le lait se caillera. Cette transformation aura lieu plus ou moins rapidement, selon l'élévation de la température de l'atmosphère. Quand toute la substance saccharine aura été transformée en acide, alors la décomposition de l'albumine précipitée au fond du liquide (925) donnera naissance à des produits ammoniacaux ; et à la fermentation acide succédera la fermentation putride (1255).

3370. Quant aux sels, il est à remarquer que les

(*) Voyez le genre *huile*.

chimistes n'ont pas plus signalé la présence des sels ammoniacaux dans le lait que dans l'albumine; et pourtant on y rencontre au moins l'hydrochlorate d'ammoniaque, en procédant comme nous l'avons fait envers l'albumine (1507). Par la combustion ces sels donnent des signes de leur présence. La chaux que Berzélius signale dans les produits de l'incinération me paraît y être, ou à l'état d'acétate, ou à l'état de carbonate, ou à l'état d'hydrochlorate. Car lorsqu'on traite, au microscope, le lait par l'acide sulfurique concentré, il se forme tout à coup des aiguilles fasciculées de sufalte de chaux, et il se dégage des bulles de gaz (665).

3371. On m'objectera peut-être que le lait, bien loin d'être alcalin, donne au contraire, au moins celui de vache, des signes d'acidité. Je répondrai qu'en supposant que le sel alcalin qui sert de menstrue à l'albumine soit en partie de l'acétate d'ammoniaque, cette contradiction ne sera plus qu'apparente, puisque ce sel reprend plus ou moins rapidement son acidité au contact de l'air. Au reste, sous les rapports du nombre et de la nature des sels contenus dans ce liquide organisateur, l'analyse du lait est tout à fait à reprendre.

## § II. *Qu'est-ce que la matière caséeuse pure des chimistes?*

3372. C'est la crème (3350) lavée à grande eau, égouttée sur un filtre et desséchée; c'est-à-dire, c'est un mélange assez compliqué, dont Gay-Lussac et Thénard d'un côté et Bérard de l'autre nous ont donné l'analyse élémentaire. Aussi remarque-t-on dans leurs nombres, que le carbone et l'hydrogène s'y trouvent en plus grande proportion, que dans les mélanges où l'huile existe en moins grande abondance (3264).

| | Carbone. | Oxigène. | Hydrog. | Azote. |
|---|---|---|---|---|
| Gay-Lussac et Thénard . . . | 59,78 | 11,41 | 7,43 | 21,38 |
| Bérard . . . . | 60,09 | 11,41 | 6,99 | 21,51 |

Quant à l'azote, les sels ammoniacaux du lait expliquent assez sa présence (843).

## § III. *Qu'est-ce que l'oxyde caséeux de Proust?*

3373. Il suffit de confronter le procédé employé par l'auteur pour obtenir cette substance, avec ce que nous avons dit de l'albumine insoluble (1538) et du gluten (1255), afin de réduire cette substance au rôle d'un double emploi. L'auteur prenait la matière en laquelle s'était transformé le caillé ou le gluten, après une longue fermentation, ou bien du fromage complétement achevé; il les lavait à l'eau chaude, réduisait en consistance de sirop le liquide filtré. Il enlevait les sels ammoniacaux par l'alcool ordinaire; par l'alcool à 20°, il enlevait le sel marin et le restant des sels ammoniacaux; il séparait la gomme par l'eau froide, et l'*oxyde caséeux* restait sensiblement pur (*). Cet oxyde est léger, spongieux, blanc, sans odeur, sans saveur, sans action sur les couleurs bleues, presque *insoluble* dans l'alcool bouillant, et tout à fait insoluble dans l'éther. Je ne m'arrêterai pas aux autres caractères assignés par l'auteur à cette substance; car ceux-ci suffisent pour établir que son oxyde caséeux est tout simplement de l'albumine insoluble qui a survécu à la fermentation, et retenant encore de l'huile et des sels ammoniacaux, que l'on retrouve à la distillation.

## §. IV. *Qu'est-ce que l'acide caséique du même auteur?*

3374. Dans mon mémoire *sur les tissus organiques* (**), §§ 23, 40, 44, j'avais déjà tiré la conséquence que, pendant la fermentation du gluten, il se formait des combinaisons ammoniacales acides qui pouvaient simuler un acide azoté, avec l'odeur et tous les autres caractères de ce qu'on appelait alors de l'*acide caséique* (1255). Celui-ci, d'après toutes ces expériences, n'aurait été que de l'acétate acide d'ammoniaque mélangé à de l'huile, à de l'albumine, à des sels déliquescents, tels que le sel marin, à de l'hydrochlorate d'ammoniaque; Braconnot a confirmé, par d'autres expériences, ces inductions, et il a trouvé que le caséate d'ammoniaque de Proust n'était qu'un mélange de matière animale, de phosphate double de soude et d'ammoniaque, d'huile animale, et d'une substance qu'à son tour il nomme *aposépédine*, et qu'à sa cristallisation *dendritique*, je n'hésite pas à considérer comme appartenant à un ou plusieurs sels ammoniacaux susceptibles de se volatiliser.

(*) Je me sers des expressions des auteurs; car, par tout ce que nous venons de dire dans ce qui précède, on concevra que cette pureté n'est qu'apparente.

(**) Tom. III des *Mém. de la soc. d'hist. natur. de Paris*, 1827.

## § V. *Qu'est-ce que l'acide lactique de Schéele et l'acide lactique de Berzélius, l'acide nancéique de Braconnot et zumique de Thomson* (*) ?

3375. Schéele séparait par le filtre la matière caséeuse du lait aigri (3353), saturait avec de l'eau de chaux pour précipiter le phosphate de chaux, filtrait de nouveau la liqueur, et l'étendait avec trois fois son volume d'eau ; il précipitait la chaux par l'acide oxalique, évaporait jusqu'à consistance de miel, s'emparait par l'alcool du sucre de lait et des matières étrangères, et obtenait ainsi un acide sirupeux incristallisable soluble également dans l'eau et dans l'alcool, et formant avec les bases des sels déliquescents (**).

3376. Bouillon-Lagrange avait déjà présumé que cet acide n'était que de l'acide acétique *sali* par une matière animale ; mais cette opinion, d'abord adoptée par quelques chimistes, fut définitivement abandonnée, surtout depuis que Berzélius eut annoncé avoir obtenu cet acide par de nouveaux procédés, à un plus grand état de pureté.

3377. Des considérations tirées de certaines expériences consignées dans cet ouvrage, m'avaient amené à penser que cet acide pourrait bien n'être qu'une association de l'acide acétique et d'une portion de l'albumine, que l'acide rendait ainsi soluble dans l'alcool (1535), et qui lui-même devenait moins volatil à cause de la fixité des éléments de l'albumine ; car si l'acide, par son affinité pour l'albumine, communique à celle-ci sa solubilité, pourquoi, par la même loi, l'albumine ne communiquerait-elle pas sa fixité à l'acide (171) ?

3378. Je fis donc digérer de l'albumine de l'œuf de poule dans l'acide acétique rectifié. Je filtrai pour séparer les grumeaux coagulés de la partie liquide, et je soumis celle-ci à l'ébullition ; une nouvelle coagulation eut lieu ; je filtrai de nouveau et je recommençai à faire bouillir, jusqu'à ce que l'ébullition la plus prolongée ne déterminât plus dans le liquide le moindre coagulum appréciable. Après six heures d'ébullition, ce liquide conservait encore toute son acidité. Je concentrai, et j'en laissai même évaporer spontanément une certaine quantité sur une lame de verre, et j'obtins une substance acide, grumeleuse, légèrement déliquescente, non fendillée, qui se redissolvait également dans l'eau et dans l'alcool, et qui, par évaporation, me présentait exactement les mêmes caractères. Comparé à l'acide de Schéele, il n'offrait pas la moindre différence. Ses sels étaient, à la vue simple, tout aussi déliquescents.

3379. Mais, observées au microscope, certaines combinaisons de l'un et de l'autre acide avec les bases rappelaient évidemment, par leurs cristallisations, quoique incomplètes, les cristallisations des acétates. Ainsi le lactate naturel et artificiel de chaux cristallisait avec la forme de la fig. 15, pl. 8 ; quelquefois avec celle de la fig. 17. La strontiane, la baryte et l'ammoniaque, combinées avec le double acide, cristallisaient de même. On apercevait, au milieu des arborisations ordinaires du sel ammoniacal (1507), quelques figures 16 en poussières de papillon (567) Le lactate de potasse restait déliquescent et incristallisable ; le lactate de fer était rougeâtre et déliquescent. L'action des bases caustiques sur l'acide obtenu par l'un et l'autre procédé, confirme encore mieux leur commune origine ; car, dès qu'on met en contact une base caustique autre que l'ammoniaque avec l'acide, il se forme un précipité floconneux qui, au microscope et à l'analyse en grand, présente tous les caractères de l'albumine ; en sorte qu'en précipitant par la soude ou la potasse, on finirait ainsi par obtenir d'un côté l'albumine coagulée, et de l'autre de l'acétate de soude ou de potasse.

3380. Ayant jeté de la baryte pure dans mon acide obtenu par le procédé de Schéele, je m'aperçus que le précipité avait lieu par petits globules blancs comme la neige, visibles même à l'œil nu. Par réfraction et au microscope, ces petites boulettes avaient l'aspect jaunâtre et granulé des coagulations d'albumine (1499). Elles affectaient diverses formes et diverses dimensions (pl. 8, fig. 19) ; par réflexion et placées sur un fond noir, elles étaient aussi blanches que les grands globes du

(*) *Annal. des sciences d'observation*, tom. II, pag. 422, 1829.

(**) Nous reviendrons sur les opinions des chimistes relativement à l'acide lactique, en traitant plus spécialement des acides ; mais nous ne pouvons nous empêcher de faire remarquer avec quelle facilité leurs théories changent d'idée avec le temps Dans une première publication, Berzélius avait émis l'opinion, appuyée sur des expériences positives, que l'acide lactique était différent de l'acide acétique ; en 1823 (*Progrès des sciences*), il abandonne cette opinion, et regarde comme très-probable que l'acide lactique n'est autre chose qu'une combinaison d'acide acétique avec une matière animale qui passe avec lui dans les sels, et les fait différer des acétates purs, et qui, en outre, s'oppose à la volatilisation de l'acide avant qu'elle ait été détruite. En 1829, il change une troisième fois d'idée, et annonce avoir obtenu l'acide lactique à l'état de la plus grande pureté, et le considère de nouveau comme un acide *sui generis* ; nous venions de publier la série d'expériences que nous reproduisons ici. On eût dit que l'auteur changeait d'idée, comme certains auteurs, en lisant nos pages imprimées ; c'est une fatalité attachée à nos publications ; nous en demandons pardon à la science.

suc des *Chara* (3318) (pl. 8, fig. 18). Quelques-unes d'entre elles (*ab*) offraient, dans leur sein, un noyau analogue à celui qu'on a décrit sur les globules du sang. Les bases caustiques produisent toutes des effets analogues. Mais avec mon acide artificiel, je n'obtenais rien de semblable; je pensai que cela provenait de la présence du phosphate de chaux dans l'acide de Schéele (car je ne m'étais pas occupé de l'en séparer), et de son absence dans mon acide artificiel. Je laissai digérer une certaine quantité de phosphate de chaux dans l'acide artificiel, et aussitôt j'obtins avec les bases les mêmes globes albumineux qu'avec l'acide du petit-lait.

3381. L'acide lactique de Schéele n'est donc qu'un mélange plus intime de l'acide acétique avec la portion la moins phosphatée de l'albumine.

3382. Or, comme le suc aigri de certaines substances végétales renferme de l'acide acétique et de l'albumine (gluten) (1292), il s'ensuit que l'acide que Braconnot nomma *nancéique* (de sa ville natale Nanci) et dont Thomson changea le nom assez bizarre en celui de *zumique*, ne diffère aucunement de l'acide lactique que nous venons de réduire à sa juste valeur.

3383. Quant à l'acide lactique obtenu par les procédés de Berzélius, je n'hésite pas à le considérer (*) comme un produit encore plus compliqué, non pas de la nature, mais du laboratoire. Si nous avons bien présents à l'esprit les principes développés dans le courant de cet ouvrage, nous accorderons facilement qu'une substance animale, traitée successivement par l'alcool, et par les 0,013 environ de son poids d'acide sulfurique concentré (1535), par le carbonate de plomb, par l'hydrogène sulfuré, par la chaux vive, par l'acide oxalique, par le nitrate d'argent; nous accorderons, dis-je, que cette substance n'est qu'un mélange plus ou moins altéré et de sels et de matière animale. Aussi l'acide de Berzélius s'offre-t-il avec une couleur brunâtre, et répandant par la combustion une odeur analogue à celle de l'*acide oxalique sublimé*.

3384. Nos expériences engagèrent l'auteur à revenir, en 1830, sur les siennes, et il fit annoncer à l'Institut qu'il venait d'acquérir la plus grande certitude que l'acide lactique était un acide *sui generis*. Mais la seule expérience sur laquelle l'auteur basait sa nouvelle conviction, c'est qu'ayant saturé son acide lactique avec de l'ammoniaque, il n'avait pas obtenu d'acétate d'ammoniaque à la distillation.

(*) *Annal. des sciences d'observat.*, tom. III, p. 344, 1830.

3385. Or cette expérience prouverait trop pour qu'elle prouvât quelque chose. Comment la concilier en effet avec celle de Schéele, de Bouillon-Lagrange, de Thénard et de Berzélius lui-même, qui ont reconnu qu'à la distillation l'acide lactique laisse toujours dégager de l'acide acétique? S'il se dégage de l'acide acétique, pourquoi ne se dégagerait-il pas un acétate, quand vous avez traité la substance par de l'ammoniaque? D'un autre côté, l'ammoniaque et l'acide acétique se saturent très-difficilement, lorsqu'ils sont étendus d'eau; or, ici, le mélange est étendu d'eau et d'albumine que l'ammoniaque, avons-nous dit, ne précipite pas. L'acétate d'ammoniaque ne se sublime et ne devient ainsi reconnaissable qu'avec un excès d'acide; à l'état neutre il reste dissous dans l'eau de la distillation et passe inaperçu. On sait enfin que lorsqu'on distille une solution aqueuse d'acétate d'ammoniaque, il passe d'abord de l'ammoniaque, puis de l'acide acétique, et que ce n'est qu'à la fin que le sel lui-même passe avec un excès d'acide. Que sera-ce si l'acide acétique est combiné avec l'albumine?

3386. Toutes ces raisons expliquent comment Berzélius aura pu être induit en erreur sur les résultats de son expérience.

3387. En dernière conséquence les lactates signalés dans le lait (3356) ne sont donc que des acétates albumineux.

## § VI. *Applications*.

3388. Falsifications commerciales. — Les nourrisseurs des environs de Paris enlèvent la crème (3350) à leur lait, et la remplacent par de la cassonade (3189), ou de l'émulsion d'amandes douces ou de chènevis. On reconnaît la première falsification au résidu de mélasse, ou en faisant dessécher le lait et le traitant par l'alcool, qui s'empare du sucre de canne et respecte le sucre de lait (3257); on reconnaît la seconde à la couenne couverte de taches roussâtres que forme le mélange par l'ébullition. D'autres falsifient par l'amidon (937); d'autres enfin, pour empêcher le lait de tourner, y mêlent une certaine quantité de carbonate de potasse (1046).

3389. Laiteries. — La propreté des laiteries et la constance de leur température sont le point le plus essentiel pour ceux qui s'occupent de laitage. On a grand soin de déposer ses sabots à la porte, afin de n'y rien introduire qui soit déjà en fermentation, tel que le fumier. Car la fermentation

dégageant des acides carbonique et acétique (3172), le lait ne manquerait pas de tourner (3354). On a remarqué encore que l'orage fait monter la crème en douze heures, et qu'ensuite le lait s'aigrit. Le premier effet est dû à la compression exercée sur le liquide par une atmosphère plus lourde, le second est peut-être le résultat de la formation de l'acide nitrique par l'influence de l'électricité (1248).

3390. Beurre. — Nous avons dit que la crème qui se tasse à la surface du lait se compose de globules oléagineux en plus grande quantité, et de globules albumineux en moins grand nombre. Pour séparer ces deux substances, on se sert d'un instrument susceptible de recevoir un mouvement rapide, et de déchirer en même temps la masse crémeuse que l'on y dépose avec une certaine quantité d'eau. L'acide (3171) ne tarde pas à se former dans ce mélange d'huile, de sucre, d'albumine, de sels, etc., et cet acide donne à l'eau la propriété de dissoudre les globules albumineux, et aux globules huileux la facilité de se rapprocher et de former une masse homogène. Après plusieurs lavages de ce genre, on est sûr d'avoir la masse huileuse aussi pure que le réclament les besoins de l'économie domestique. Cette masse prend alors le nom de *beurre;* c'est un mélange d'huile, d'une certaine quantité d'albumine, d'un peu de sucre, des sels du lait et de l'acide acétique qui s'est formé pendant l'opération. C'est ce mélange qui, par sa décomposition, finit par le *rancir*. La matière colorante du lait de vache ne se trouvant pas dans le lait de chèvre, le beurre de celle-ci est blanc comme la neige (3357). En faisant fondre le beurre dans l'eau bouillante, on le sépare d'une assez grande portion d'albumine; mais il faudrait recommencer bien souvent cette opération, pour pouvoir se flatter d'avoir obtenu le beurre à un état de pureté parfait sous le rapport chimique. Nous nous occuperons plus spécialement de ce point de vue à l'article des huiles.

3391. Fromage. — Le fromage est le mélange de toute l'albumine et de toute l'huile du lait, que l'on réunit par la coagulation de l'albumine soluble, que l'on tasse par la pression, et dont on prévient la fermentation putride, en favorisant cependant la fermentation acide, par l'addition d'une suffisante quantité de sel marin. La couleur en varie, ainsi que celle du beurre, selon les espèces d'animaux qui ont fourni le lait. Le fromage de Gruyères, que l'on obtient par l'ébullition du lait, doit une grande partie des qualités sapides qui le distinguent, à une circonstance qui, au premier coup d'œil, pourrait paraître très-accessoire: on sait qu'on passe le lait à travers une espèce de filtre composé de branchages d'arbres résineux, pins et sapins des montagnes de la Suisse.

3392. La localité et l'exposition ont encore plus d'influence qu'on ne l'a conçu jusqu'ici, sur la marche et les caractères des produits de la fermentation caséique. Il nous semble entrevoir que le local le plus propice à la fabrication des fromages serait une cave ouverte par un seul bout, mais d'une atmosphère plutôt fraîche qu'humide, à l'abri des violents courants d'air, et éloignée de toute émanation acide ou ammoniacale. On ne saurait s'imaginer combien la lumière et les courants d'air nuisent à la qualité des fromages. Nous ne nous étendrons pas ici sur les procédés de fabrication; la différence de procédés établit la nature du fromage; la différence des pâturages est la cause des différences dans les qualités; mais c'est le local et l'exposition, qui ajoutent encore un fumet de plus aux qualités les plus exquises; et il paraît que c'est à l'influence de ses caves, autant qu'à l'habileté de la manipulation, que Roquefort est redevable de la supériorité de ses fromages. Quant aux procédés de fabrication, il en existe deux principaux, l'un consistant à faire cailler le lait froid, et l'autre à le soumettre à l'ébullition, avant d'y jeter la *présure*. Il n'est pas d'espèce de fromage qu'on ne puisse fabriquer avec le même lait, en imitant les procédés.

3393. Influence des paturages (3357). — On a remarqué que la *prêle fluviatile* donne au lait de vache une couleur plombée et bleuâtre, et le prive de sa portion crémeuse. Il est probable que l'albumine s'y trouve par conséquent en moins grande quantité (3365), vu que les glandes mammaires n'auront pas assez reçu de menstrue alcalin pour en enlever au sang qu'elles élaborent. En conséquence, le lait se trouvera plus ou moins réduit à l'état de petit-lait dont il a la couleur. On assure en Amérique, que certaines plantes communiquent au lait des qualités vénéneuses, et nous n'avons pas de peine à le croire.

3394. Conservation du lait. — Le lait étant un mélange de sucre, d'huile, d'albumine dissoute, ne saurait se conserver sous aucune des formes, sous lesquelles l'une ou l'autre de ces substances est susceptible de s'altérer. L'ébullition la plus prolongée ne le préserverait pas de la

fermentation, à moins que la substance ne fût amenée à l'état solide, et n'eût été entièrement privée d'eau par l'évaporation; on la conserverait indéfiniment sous cette forme, si l'on avait la précaution de la tenir dans des vases hermétiquement bouchés et privés d'air et d'humidité; car cet extrait possède des sels d'une grande déliquescence. Mais le lait aurait perdu, dans le cours de cette opération, non-seulement toutes ses qualités physiques, mais encore une grande partie des propriétés chimiques, et surtout la saveur qui nous en fait rechercher l'usage comme substance alimentaire; on pourrait lui rendre l'eau dont l'évaporation l'a privée; mais avec l'eau on ne saurait plus lui rendre ni sa fluidité, ni toutes les combinaisons intestines que l'action du feu élimine ou décompose. On a proposé l'évaporation par le vide ou par un rapide courant d'air; ce procédé est préférable à tout autre, et l'on peut ainsi conserver le lait sous forme de tablettes solides; on trouvera, en le dissolvant de nouveau dans l'eau, qu'il aura infiniment moins perdu de sa saveur et de ses caractères physiques que par la dessiccation violente du feu. Mais il ne faut jamais perdre de vue que le lait, ce mélange savoureux de substances nutritives, commence à s'altérer dès le moment qu'il sort des organes lactifères; il n'est jamais si pur qu'au sortir des mamelles; en sorte qu'aucun procédé connu n'est en état de lui restituer sa fraîcheur, et que tous les procédés par lesquels il passe lui en enlèvent une partie. Jusqu'à ce que la chimie soit aussi puissante que la nature, au lieu de tant dépenser pour simuler ou conserver le lait, consacrez tous vos soins à améliorer et à multiplier les instruments naturels qui le produisent; nul artifice ne saurait produire un aussi bon lait qu'une excellente vache; et nos vaches sont loin d'être excellentes, au milieu de nos maigres pâturages.

3395. Allaitement des enfants. — Lorsque, par un instinct inné, le nourrisson attache ses lèvres au bout du sein de la mère nourricière, le lait aspiré par la succion passe des vaisseaux lactifères dans l'estomac de l'enfant, comme s'il circulait d'un canal vasculaire dans un autre; et, à l'abri du contact de l'air, il parvient à la nutrition du petit parasite, avec toutes les qualités qu'il apporte à la nutrition des tissus dans lesquels il s'est formé. Mais il n'en est plus de même, dès l'instant qu'on est obligé de substituer l'allaitement artificiel à l'allaitement naturel, et de remplacer la mamelle de la mère par le biberon; toutes les conditions de la nature sont changées; il faut que la vigilance la plus active tienne lieu de tout ce qui manque, et que les soins de propreté se multiplient, pour conserver intacte, au passage, la substance que la mère se contentait d'offrir. Le lait de la mère est une panacée contre tous les maux de l'enfant: il le nourrit, il le guérit, il le soulage, il le console. Le lait qu'on lui administre le nourrit péniblement; après s'en être repu, on voit qu'il lui manque encore quelque chose; ses lèvres semblent rechercher la coupe qui seule saurait le désaltérer; et si la douleur vient à envahir cette existence incomplète, il faut que toute la science de la médecine lutte longuement contre un mal, qu'une goutte du nectar maternel aurait dissipé sur l'heure.

Jeunes mères de nos cités, vous que notre civilisation entassée et que notre moralité dévorante traîne au mariage, si riches de dot et d'apanage, et si pauvres de santé, réparez envers votre enfant les fautes de nos institutions, et peut-être les fautes de vos pères; donnez une seconde mère à vos enfants, mais une mère forte et puissante, qui ait mûri son lait au soleil des champs. L'art le plus ingénieux ne saurait reproduire de l'allaitement que le mécanisme; le sein seul de la femme est un milieu conservateur pour le lait destiné à l'enfant, et si, dans ce cas, les nourrices vous font défaut, donnez pour nourrice à votre fils, la chèvre qui plus tard sera fière de lui prêter son dos pour monture et ses cornes pour soutien. Quand la science sera en état de vous produire du lait de toutes pièces, elle aura le droit de vous imposer ses nourrices automates; jusqu'à cette époque, rapprochez-vous, autant que vous le pourrez de la nature, et éloignez-vous, autant que faire se pourra, de l'art et de ses merveilles.

3396. Infection morbide du lait. — Les qualités des substances nutritives digérées par l'estomac de la mère passent tout entières dans le lait. Le trèfle d'eau, la menthe, l'ail (*), le sinapis, la livêche, etc., communiquent leur odeur caractéris-

(*) Nous avons été témoin, il y a quelques jours, d'un cas analogue. Une mère nourrice ayant pris un soir, par extraordinaire, un aliment fortement épicé d'ail, comme vermifuge, la petite fille, qu'elle allaitait depuis un an, ne cessa de vomir toute la nuit et le lendemain, chaque fois qu'elle prenait le sein. Elle rendait la substance nutritive sous forme d'un petit-lait, imprégné d'une odeur alliacée; mais elle ne paraissait pas éprouver la moindre douleur. Le lendemain, la digestion avait repris son cours ordinaire.

tique au lait de la vache qui a mangé ces plantes en fourrages; la prêle rend le lait bleuâtre et fluide; les euphorbes et la gratiole dans le fourrage le rendent purgatif; l'usage de la garance le rougit; et celui du safran le jaunit. Si cela est constant, comme on ne saurait le nier, il faut en conclure que le fourrage infesté par des plantes vénéneuses, rend le lait vénéneux pour l'homme, alors que la dose de poison n'aurait pas été assez forte pour être funeste au bétail. Ce fait est démontré par l'expérience. Mais par suite de quelle induction serait-on porté dès lors à admettre que le lait ne se ressentira pas de l'état maladif de la femme, et qu'on pourra laisser l'enfant au sein d'une femme phthisique ? Si la mère atteinte de syphilis, communique cette maladie à son nourrisson, il faut nécessairement admettre que le lait de la femme phthisique, alors même qu'il ne serait pas le véhicule de la phthisie, n'en serait pas moins pour l'enfant une nourriture empoisonnée, et dont les résultats se feraient sentir d'une manière ou d'une autre, à une époque ou à une autre. La tradition de tous nos villages, surtout dans le midi de la France, s'élève hautement contre la doctrine contraire ; et la nouvelle méthode doit prendre parti en faveur du bon sens populaire, contre l'outrecuidance de nos sociétés savantes, qui, avec deux mots mal définis, et en se basant sur des expériences incomplètes, soutiendraient que le lait des phthisiques et autres genres de malades ne nuit en rien aux nourrissons (*). En effet, l'opinion étrange que nous réfutons ici s'est appuyée sur ce que l'analyse chimique ne signale pas la moindre différence entre le lait des phthisiques et le lait des femmes bien portantes, si ce n'est dans un peu plus ou un peu moins de phosphate de chaux ! Mais avant d'invoquer en témoignage l'analyse, il faudrait d'abord savoir par qui elle a été faite (depuis longtemps on nous a tant habitués à nous méfier des analyses et des analystes ! ) ; ensuite il faudrait que l'analyse, répétée par plusieurs chimistes, par une foule de chimistes (car au bout de la question se trouvent des conséquences de la plus haute gravité ), eût fourni à tous des résultats concordants ; enfin il faudrait que les résultats obtenus par nos méthodes analytiques eussent le droit d'être considérés comme représentant la nature; et ils sont bien loin de jouir de cette propriété; nos analyses décomposent la nature, au lieu de la représenter; que de choses leur échappent ! Et confrontez donc deux analyses, seulement de la même drogue, et priez-en les auteurs de s'entendre entre eux et de se faire comprendre des autres, avant d'asseoir, sur ce fatras de mots sans définition, et de chiffres sans précision, la base d'une conduite qui intéresse la vie d'un être humain. Ne jouez pas la vie de l'enfant à pile ou face, comme la chimie joue ses analyses; demandez à l'analyse qu'elle commence par vous désigner le caractère du virus morbifique, avant d'établir que le virus n'a pas passé dans le lait. Or l'analyse vous répondra qu'elle n'en sait rien ; qu'elle n'a jamais trouvé le virus au fond de ses matras. Vous voyez donc que l'analyse vous dément ; car vous décidez, en la citant, une question qu'elle ignore. Si la phthisie est le produit d'un insecte, les œufs pourront se trouver dans le lait à l'insu du chimiste; car pour le chimiste un œuf n'est que de l'albumine ; et il en faut même plusieurs pour qu'il en tienne compte. Si la phthisie est le produit d'une infection, l'infection est un de ces produits subtils et ammoniacaux, qui se décomposent et s'évanouissent sous les doigts du chimiste actuel, et ne se révèlent qu'à l'expérience ; et cette expérience cause la mort. Médecins, gardez-vous de contredire l'expérience, pour complaire à la chimie analytique; vous ne seriez pas plus dignes de confiance qu'elle. Ne donnez pas un bill d'indemnité aux produits d'un organe malade ; ce serait se jouer de la logique et de la santé des enfants, du même trait de plume avec lequel l'analyse se joue de ses nombres.

(*) *Bull. de l'Acad. royale de méd.*, séance du 5 nov. 1837, tom. II, p. 133.

## § VII. *Principes généraux sur l'analyse chimique du lait des diverses espèces d'animaux.*

3397. Le lait étant un mélange d'eau, de sels calcaires et ammoniacaux, de sucre, d'albumine et d'huile dissoute à la faveur d'un sel alcalin, et d'albumine et d'huile précipitées sous forme globulaire (650), ses caractères physiques sont dans le cas de varier à l'infini, selon les proportions des éléments de ce mélange; et l'analyse offrira les résultats les plus divergents, selon les procédés qu'elle emploiera, selon la durée de l'opération, et surtout selon ses intermittences, enfin selon l'âge, la constitution de l'individu femelle qui aura fourni le lait, selon le climat qui l'aura vu naître, ou le genre de nourriture qui l'aura engraissé. L'économie agricole n'emploie pas tout le lait de la même espèce aux mêmes usages. Nous nous gar-

dons autant, dans le Nord, de transformer le lait de brebis et de chèvre en beurre, que d'employer la chair du mouton en bouilli; tandis que dans le midi de la France, le lait de brebis et de chèvre fournit un beurre délicieux, et que la chair du mouton est préférable à celle du bœuf pour le pot au feu. La chimie, qui n'est pas condamnée à manger ce qu'elle prépare, s'arrête peu à ces considérations; elle nous donne des formules invariables pour tous les croyants, mais non pas invariables pour tous les chimistes; car il en est de ses analyses comme des lois : les plus récentes abrogent toujours les plus anciennes; et les compilateurs, qui sont les avocats de la science, ne défendent jamais que la lettre et l'esprit de celles-là; or les procédés d'analyse ne sont pas plus ingénieux et plus compliqués que les procédés de codification.

3398. Le chimiste évapore jusqu'à siccité, pour évaluer la quantité d'eau et de substance solide que le lait renferme. Mais il ne faut pas qu'il pousse fort loin la dessiccation, car l'albumine et le sucre appliqués contre les parois brûlent vite. Or, comme on n'a aucun indice précis sur le point où l'on doit s'arrêter, il s'ensuit nécessairement que, dans tel cas, la substance solide renfermera plus d'eau que dans l'autre. D'un autre côté, on se trompe étrangement, quand on pense que l'évaporation du lait n'élimine que des parties aqueuses; l'odorat indique déjà le contraire, car l'eau pure ne sent jamais le lait; la vaisselle vernie par la litharge que l'on place à la buée du lait dénote en noircissant qu'il se dégage un sulfure; et la logique démontre qu'il doit se dégager avec l'eau tout ce qui est autant et plus volatil que l'eau, les acétates ammoniacaux, les huiles volatiles, etc. Donc des deux côtés l'évaluation est inexacte.

3399. Pour obtenir la quantité de beurre ou de caséum que peut renfermer l'espèce de lait soumis à l'analyse, la chimie n'a pas recours à un autre procédé que l'industrie économique. Elle fait cailler le lait et elle l'écrème; nous avons apprécié la délicatesse et la précision de ces résultats (3390).

3400. Enfin pour évaluer le nombre et déterminer la nature des sels, elle incinère la substance solide ou elle obtient des précipités du petit-lait; mais l'incinération ne représente ni les sels qui se sont évaporés pendant la durée de la dessiccation du lait, ni ceux qui se sont décomposés par la combustion; et presque aucun des sels obtenus par voie d'incinération ne se trouve, dans les cendres du lait, au même état de combinaison qu'il l'était dans le lait liquide.

3401. L'analyse a donc tout dénaturé, tout confondu; jugez de sa logique, quand elle livre à la synthèse ces éléments incomplets ou mensongers, pour établir la formule de la composition du lait. Cela n'est que ridicule, quand on se contente de faire de la chimie; mais la prétention offre un côté plus grave, quand la médecine cherche à éclairer sa religion à un pareil flambeau. On voit souvent des médecins, appelés en consultation sur le choix d'une nourrice, prononcer leur jugement en dégustant le lait : c'est du charlatanisme; ce que le médecin découvre par ce procédé, la mère de famille l'aurait tout aussi bien constaté que lui et souvent mieux; car les ménagères sont plus compétentes sur la saveur du lait que les docteurs eux-mêmes. Mais cette indication, dans l'état actuel de la science, est plus qu'insuffisante; et ce n'est pas d'aujourd'hui que le vulgaire sait avec quelle sorte de puissance d'illusion le poison se cache sous le miel, comme le serpent sous la fleur. Le sucre empoisonné n'est pas moins sucré; et le virus qui sert de germe à la mort s'enferme tellement dans la fiole de l'alchimiste, que l'œil le plus attentif n'est pas encore parvenu à le surprendre. Supposez un lait de femme qui roule, parmi ses globules oléagineux et albumineux, des œufs microscopiques d'insectes, vampires impitoyables de nos poumons et de nos entrailles; le lait n'en sera pas moins riche en beurre et en caséum, en sucre et en sels ordinaires, pour servir, sous cette forme, de véhicule au germe de mort; et la chimie s'y trompera tout aussi bien que la dégustation.

3402. Quant au lait de place, lait que le besoin de gagner falsifie de tant de manières, la chimie sera tout aussi impuissante en certains cas; mais la dégustation le serait bien davantage. Découvrez, à la dégustation, la présence de la morphine, de la brucine, de la strychnine dans le lait! Demandez même à la chimie de vous les y démêler, au milieu de cette albumine et de cette huile que les réactifs coaguleront avant d'atteindre le principe! Voyez par combien de manières le bon sens cupide du campagnard s'est joué, dans l'art de sophistiquer le lait, de la haute science du chimiste, arbitre expert assermenté devant la loi. Pendant longtemps il vous a donné un mélange d'empois et de sérum pour du lait à la crème; le chimiste prononçait que ce lait était bon, car il ne tournait pas; et sous ce rapport le lait falsifié était meilleur que tous les laits du monde, car il ne tournait jamais, et il était impossible qu'il tournât : le paysan y avait pourvu avec un peu de potasse ou de soude (1046). Quand

l'iode fût venu constater le délit, et déceler par la couleur la présence de l'amidon dans cet excellent lait de nos campagnes, le paysan avisé n'en continua pas moins à écrémer son lait; et pour vendre le sérum au prix du lait, il remplaça l'amidon par de l'huile de chènevis, ce qui est plus conforme à la théorie; il remplaça le beurre par de l'huile; vous voyez qu'il était bien près de la nature. Le chimiste reconnut la fraude aux taches que l'huile formait à la surface du lait bouilli. Le paysan a effacé les taches, en dorant avec plus d'art son lait; le chènevis reste et les taches ont disparu; le paysan continue à frauder et à mystifier le chimiste, et il continuera de la sorte à lui tenir tête, jusqu'à ce que la science ait remplacé son outrecuidance par d'autres procédés.

3403. Singulière situation que la nôtre, où tout notre art consiste à poursuivre la fraude, quand elle est commise, et où rien n'est institué pour la prévenir! La loi arrive, quand, dans un coin de rue, le hasard a fourni l'occasion de découvrir que le laitage a été nuisible; le mal est fait; on le constate pour le punir; ce qui ne le répare ni ne le prévient : *Imprévoyance et inutiles rigueurs après coup*, telle est la devise de notre économie politique. Le laitage est la nourriture habituelle des trois quarts de Paris, et il n'est pas de pays au monde où il se vende de plus mauvais et de plus faux laitage. Le mal est irremédiable par nos moyens légaux; le pauvre n'aurait pas assez d'argent pour acheter le lait pur; le paysan se ruinerait à le vendre au prix convenu sans le frauder; et à la fraude il ne gagne pas encore grand'chose. Nos pâturages sont chers; nos vaches sont mauvaises laitières; le nourrisseur ne gagne pas assez pour en élever beaucoup à la fois; et il lui en coûte autant de peine et de bras, pour en nourrir deux ou trois, que pour en nourrir une quarantaine; il est donc forcé de frauder d'autant plus qu'il est moins riche et plus isolé. Il en était ainsi dans la Suisse : l'isolement y produisait la ruine de tout le monde; les Suisses ont trouvé le remède au mal d'un seul coup; ils ont associé leurs intérêts et se sont partagé les dividendes : là le beurre et le fromage (*) se confectionnent dans une usine commune, où chacun apporte sa dose de lait; l'administration veille sur l'intégrité de la manipulation, et chacun y trouve son compte. Demandons, nous aussi, à l'association, les bienfaits que notre civilisation nous refuse; et pour appliquer cette méthode au commerce du laitage, que les paysans d'un même canton nourissent en commun leurs vaches laitières; qu'une administration de leur choix veille à l'amélioration des fourrages, à la conservation des bestiaux, à l'assainissement des étables, à l'extraction du lait, à la fabrication du beurre et du fromage. L'économie seule dans la main-d'œuvre permettra de trouver du profit dans la bonne foi de la vente; et le paysan ne contribuera plus à ruiner la santé de ses concitoyens, dans la crainte de ruiner son pécule. Association! l'association diminue les déchets et augmente les produits, réduit les frais et abrége la durée d'une opération; elle profite à tous, elle ne ruine et ne trompe personne.

(*) En Suisse, on ne trouverait pas de débouché pour le lait; on le transforme en beurre et en fromage, que l'on peut expédier au loin.

## § VIII. *Examen critique des analyses chimiques du lait.*

3404. L'exposition de ces principes généraux nous permettra d'être laconique, en passant en revue l'analyse des diverses espèces de lait.

### 1° *Colostrum*.

3405. Le lait n'a pas tout d'abord les caractères physiques qui le distinguent, lorsque les mamelles ont contracté l'habitude de le sécréter. Dans les premiers instants qui suivent la parturition, il est plus opaque et plus épais; il offre un aspect savonneux; il se coagule comme le sang au contact de l'air; il y devient visqueux; il s'y aigrit et s'y putréfie plus promptement que le lait ordinaire. Par la chaleur, il se solidifie comme le blanc d'œuf frais; il se grumèle en chauffant, si on a soin de l'étendre préalablement de six fois son poids d'eau. L'alcool le coagule, mais la présure ne le caille pas. Au bout de quatre jours, la sécrétion du *colostrum* est remplacée par celle du lait. Toutes ces circonstances s'expliquent très-bien, en admettant que, dans le principe, l'albumine dissoute existe en si grande quantité dans le liquide, qu'il en est absolument saturé; d'où il arrive que la moindre évaporation suffit pour rapprocher les molécules albumineuses d'une manière intime; et, à cette époque, cette dissolution n'étant pas encore due en totalité à un menstrue ammoniacal, la présure ne la caille pas.

3406. Le colostrum de la vache est jaune foncé, épais, quelquefois strié de sang; sa pesanteur spécifique est, d'après Bondt, de 1,072; il donnerait, d'après lui, 5 ½ pour 100 de cendres. Mais l'analyse est évidemment frappée d'inexactitude

et de précision. En effet, l'auteur a trouvé 11,7 de crème, 3 de beurre, 18,75 de fromage de colostrum, et les sels ordinaires, mais pas de sucre de lait. Mais qu'est-ce que le fromage distinct tout d'abord de la crème, et comment s'assurer de la présence ou de l'absence du sucre de lait, dans un liquide si épais, et qui donne si peu de sérum, quand on sait que le sucre de lait ne s'extrait que du sérum de lait?

3407. Le *colostrum* n'est qu'un lait moins aqueux, plus épais; toutes les divergences de l'analyse tiendront à cette circonstance. Au microscope, on y trouvera moins de globules que de grumeaux coagulés. Sous cette forme, il serait trop solide et profiterait peu à la digestion de l'enfant qui grandit, et pour qui le lait tient lieu de boisson et de nourriture; mais il paraît qu'il profite à l'enfant qui vient au monde affamé, en lui administrant à la fois plus de substances nutritives, sous un moindre volume.

### 2° *Lait de femme.*

3408. On a trouvé sa pesanteur spécifique égale à 1.020 à 1,025; mais ce chiffre variera selon qu'on examinera le lait de la dame ou celui de la paysanne, celui de la femme du Nord et celui de la femme du Midi; car l'un sera moins riche que l'autre en substances, qui causent la différence de pesanteur du lait et de l'eau distillée.

D'après Meggenhofen, le lait de femme ne serait pas coagulable par les acides hydrochlorique et acétique; il ne le serait que par la *présure*, et cela avec lenteur. Mais ce phénomène n'a pas lieu sur le lait de toutes les femmes; et il en est tel qui offre tous les signes d'alcalinité. Il est probable que Meggenhofen aura opéré sur un lait très-aqueux; or les réactifs n'agissent en général que sur un liquide amené à un certain état de concentration.

3409. Le même auteur ayant soumis à l'analyse trois laits différents de femmes, a cru en obtenir les résultats suivants :

| | 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|---|
| 1° Extrait alcoolique avec beurre, acide lactique, lactates et chlorure de soude, et un peu de sucre de lait. . . . . | 9,13 | 8,81 | 17,12 |
| 2° Extrait aqueux, sucre de lait et sels. . . . . | 1,14 | 1,29 | 0,88 |
| 3° Matière caséeuse coagulée par la présure. | 2,41 | 1,47 | 2,88 |
| 3° Eau. . . . . . . . | 87,25 | 88,35 | 78,93 |

Comme on le voit, le sucre de lait et les sels figurent dans deux articles séparés; démêlez si vous pouvez. Le beurre, qui pourtant mériterait une pesée à part, est confondu avec un chaos de substances hétérogènes. Ce n'est donc point là une analyse, ce sont des pesées, et rien de plus.

3410. Payen, averti, par la nouvelle méthode, de l'inutilité de ces résultats, a cherché à préciser davantage ce qu'il pesait. Voici son analyse :

| | 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|---|
| Beurre. . . . . . . . | 5,18 | 5,16 | 5,20 |
| Matière caséeuse. . . | 0,24 | 0,18 | 0,25 |
| Résidu sec du petit-lait évaporé. . . . | 7,86 | 7,62 | 7,93 |
| Eau. . . . . . . . . . | 85,80 | 86,00 | 85,50 |

Cette analyse est plus brève sans être plus exacte; elle a de la concision, mais non de la précision; car la matière caséeuse qui figure dans l'analyse pour si peu de chose, s'est certainement réfugiée dans le beurre, à l'insu du manipulateur, et plus certainement encore, elle est restée, dissoute avec une grande partie de la substance oléagineuse, dans le petit-lait, où elle a été pesée avec les sels. Or nous supposons ici que les pesées n'aient pas été amenées à la concordance, par quelque accident plus ou moins imprévu (ce qui arrive fréquemment dans certains laboratoires). Mais allez, sur des procédés pareils, décider de l'altération ou de l'innocuité d'un lait!

3411. Quant à l'analyse des cendres, qu'on invoquait dernièrement, à l'Académie de médecine, pour démontrer que le lait des phthisiques n'est pas inférieur en qualité à celui des femmes bien portantes, d'après Meggenhofen, la cendre du lait desséché s'élèverait depuis $\frac{1}{10}$ jusqu'à $\frac{1}{4}$ pour 100 de son poids, et elle contiendrait $\frac{1}{3}$ de sels solubles dans l'eau. Depuis $\frac{1}{10}$ jusqu'à $\frac{1}{4}$, la latitude est assez grande! Ces sels sont du phosphate de chaux, du phosphate de magnésie, de fer et de soude, du carbonate de chaux, du chlorure de soude (sel marin) et de potasse. Le sérum renferme du prétendu lactate de soude et de potasse (3387), et des sels ammoniacaux jusqu'à ce jour indéterminés.

### 3° *Lait de vache.*

3412. La pesanteur spécifique du lait de vache varie à l'infini, selon la richesse ou la pauvreté du lait en substances albumineuses et en sels,

c'est-à-dire selon que la vache est plus ou moins bonne laitière, qu'elle passe d'un climat dans un autre, et d'un pâturage plus gras dans un pâturage plus maigre. Il serait faux d'adopter à cet égard une formule générale. Il en est de même des nombres par lesquels on entreprendrait de représenter la quantité de crème ou de beurre que renferme ce lait. Il est absurde de représenter par un chiffre constant une valeur variable. Aussi n'attachons-nous pas la moindre importance aux deux ou trois analyses que nous possédons du lait de vache, ni sous le rapport chimique, ni sous le rapport économique.

3413. D'après Berzélius, le lait de vache serait composé ainsi qu'il suit :

| | |
|---|---|
| Matière caséeuse contenant du beurre. | 2,600 |
| Sucre de lait. . . . . . . . . . . . . . . . | 3,500 |
| Extrait alcoolique, lactates et acide lactique. . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 0,600 |
| Chlorure potassique. . . . . . . . . . . | 0,170 |
| Phosphate alcalin. . . . . . . . . . . . | 0,025 |
| Phosphate calcique, chaux qui avait été combinée avec de la matière caséeuse, magnésie, et traces d'acide ferrique. | 0,230 |
| Eau. . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 92,875 |

La crème lui donna à l'analyse :

| | |
|---|---|
| Beurre séparé par l'agitation. . . . . . . | 4,5 |
| Matière caséeuse précipitée par la coagulation du lait de beurre. . . . . . . . . | 3,5 |
| Petit-lait restant. . . . . . . . . . . . . . | 92,0 |

3414. Pfaff et Schwartz ont trouvé, sur 1000 parties desséchées de lait de vache, 37,42 parties de cendres composées de : 1,805 de phosphate de chaux, 0,170 de phosphate de magnésie, 0,032 phosphate de fer, 0,225 phosphate de soude, 1,35 chlorure de potasse, et 0,115 de soude provenant de la décomposition du lactate de soude.

### 4° *Lait d'ânesse.*

3415. Le lait d'ânesse donne un beurre blanc et léger qui rancit bientôt ; ce lait a la consistance, l'odeur et la saveur du lait de femme ; il passe facilement à la fermentation alcoolique, à cause de la grande quantité de sucre qu'il renferme ; sucre qui pourtant, après avoir été obtenu par évaporation du petit-lait, refuse de fermenter, et forme dès lors une espèce particulière (3250) ! Quoi qu'il en soit, toutes ces qualités le font rechercher par les estomacs valétudinaires, les poitrines délicates et les santés délabrées.

### 5° *Lait de jument.*

3416. Il est moins léger que celui de femme, mais plus léger que celui de la vache et plus sucré que ce dernier. Les Tartares préparent, avec cette espèce, une liqueur vineuse que le lait de nos juments ne nous donnerait certainement pas. Le lait de vache, chez ces peuples, est même substitué à celui de jument ; mais la liqueur qu'ils en retirent est moins forte. Nos vaches ne nous donnent rien de tel, car leur lait est moins riche en sucre. La crème qui se sépare du lait de jument ne fournit point, par l'agitation, de beurre en quantité appréciable.

### 6° *Lait de chèvre.*

3417. Ce lait a une petite odeur hircine ; il contient un peu plus de beurre que celui de la vache ; et ce beurre, blanc comme la neige, est servi, sur les meilleures tables du Midi, sous forme d'un gros cordon tressé une ou deux fois sur lui-même. C'est le beurre le plus exquis que j'aie goûté.

### 7° *Lait de brebis.*

3418. Il contient plus de crème, mais moins de beurre qu'aucun autre, et la crème en a un aspect visqueux et graisseux ; c'est avec le lait de brebis et de chèvre que se prépare le fromage de Roquefort.

### 8° *Lait sécrété par d'autres organes que par les mamelles.*

3419. La chimie n'ayant d'autre moyen de reconnaître la substance laiteuse, que celui de la présence simultanée de substances, dont chacune est sécrétée à part dans d'autres régions que les mamelles, et que certains organes sont dans le cas d'élaborer toutes à la fois ; la chimie, dis-je, sera exposée à prendre, pour du lait, un mélange anomal et même morbide, qui en aurait la blancheur, l'opalinité, et offrirait par les réactifs les mêmes phénomènes. Où ne trouve-t-on pas en effet de l'albumine et de l'huile dissoute et en précipité globulaire, mêlées à du sucre et à des phosphates et autres sels potassiques ou calcaires ? La lymphe, pour être une substance laiteuse aux yeux de la chimie, manque de fort peu de choses ; et le sang humain, dépouillé de sa matière colorante, serait presque du lait pur, s'il se trouvait ainsi décoloré chez le fœtus ou l'enfant qui vient de naître. Mais avec tous ces caractères extérieurs ou pondérables, cette substance, en apparence

laiteuse, pourrait être un poison mortel pour le nourrisson, sans que la chimie, ni avant ni après avertissement, fût capable de reconnaître à un signe certain les traces de ses propriétés délétères. Que la chimie mieux avisée se garde bien de perdre de vue cette assertion ; qu'elle se contente de décrire, mais s'abstienne de prononcer dans certains cas. Pour être autorisé à prononcer qu'une substance soumise à l'examen est du lait, il faut l'avoir prise à sa source ; et pour prononcer sur les bonnes ou mauvaises qualités d'un lait, le meilleur moyen est de considérer les qualités du sujet qui le sécrète. Pour juger de l'effet, remontez à la cause ; et soyez sûrs en général qu'une femme forte et saine de corps et d'esprit vous donnera le meilleur lait possible.

3420. Les annales de la médecine signalent des cas où le lait coulait des yeux, de l'ombilic, des jarrets, des pieds, des reins, de la matrice, des plaies, chez l'homme comme chez la femme. Et quoique, dans nombre de ces cas, le médecin ait pu être exposé à prendre du pus ou des écoulements purulents pour du lait, cependant il n'est pas impossible que la disposition générale qui se manifeste tout à coup chez la mère, à transformer le sang en lait, ne trouvant pas une issue dans l'élaboration des mamelles, se réalise dans tout autre tissu glandulaire et riche en vaisseaux. Mais cette sécrétion anomale ne fournirait qu'une nourriture anomale; résultat d'un désordre dans l'économie de la mère, elle porterait le désordre dans l'économie de l'enfant ; la métastase laiteuse est toujours funeste à celui-ci; elle le fait périr d'inanition ou par un meurtre. Car, on ne saurait trop le rappeler à ceux qui jugent : on n'a jamais vu la mère tuer son enfant après lui avoir donné le sein ; elle ne se porte à cet acte horrible qu'après que la sécrétion du lait a quitté, pour ainsi dire, la région du cœur pour se porter vers la tête, et que le sentiment désordonné de la honte l'emporte sur celui de l'amour ; et quand cet acte de désespoir est consommé, Thémis, qui pourtant, par sa nature, n'est pas exposée à des métastases laiteuses, vient dire à la mère terriblement repentante : « Tu as tué ton fils dans un accès de délire; moi, ma fille, je vais te tuer du plus grand sang-froid. » Et l'histoire rapporte que la sentence a été souvent prononcée par celui dont la trahison était la cause première de ce désespoir infanticide : il était, lui, un aimable mauvais sujet ! la pauvre fille fut infâme. Jugements d'ici-bas! Chimistes experts assermentés, nous en avons assez de ceux-là, n'y joignez pas le pédantisme des vôtres ; ce n'est pas dans ces sortes de solennités, qu'il est permis d'être absurde et ridicule.

### 9° *Lait végétal* (3328).

3421. Sucre, huile, albumine, menstrue acide ou ammoniacal, phosphates, et acétates terreux et eau, tantôt plus, tantôt moins, et l'on a le meilleur lait du monde. Or toutes ces substances existent en aussi grande abondance chez les végétaux et chez les animaux ; le végétal est dans le cas d'élaborer, dans ses cellules, un aussi bon lait que l'animal dans les siennes. Chez le végétal il faut une entaille pour l'extraire, il n'en coule que par une solution de continuité; qui sait si l'enfant l'obtient autrement des mamelles de sa mère?

3422. Il ne nous manque pas de plantes laiteuses, et dont le suc qui s'écoule par une incision a tout l'aspect et même certains caractères du lait des femelles. Mais il existe un arbre dont le lait offre, sous ce rapport, presque une complète identité. Cet arbre est le *palo de lèche* ou *palo de vacca* (arbre à vache, *galactodendron Humb.* (*)), qui croît dans la province de Caraccas, à 1,000 ou 1,200 pieds au-dessus du niveau de la mer, s'élève à 700 pieds de hauteur et acquiert 7 pieds de diamètre. Les habitants consacrent ce suc remarquable aux mêmes usages que le lait de vache, dont il possède les propriétés essentielles ; ils viennent le soir et le matin, sous l'arbre, boire une tasse de ce lait, ou bien ils en font un dejeuner plus complet, en y émiettant des morceaux de cassave, ou des *arepas*, sortes de galettes de maïs (**). Le menstrue de ce lait paraît être acide plutôt qu'ammoniacal, ou bien un sel ammoniacal lui-même. On peut mêler une forte proportion d'acide à ce lait, sans le cailler. L'addition de quelques gouttes retarde très-longtemps la décomposition de ce suc laiteux, bien qu'on le laisse à l'air libre. L'ammoniaque ne cause aucun précipité dans le lait végétal. Placé sur le feu, il se comporte presque entièrement comme le lait de vache ; il se forme, à la surface, des pellicules qui s'opposent à l'évaporation, et font monter le liquide au-dessus du vase. Si l'on maintient une

(*) D'après W. Arnolt, il existe un *tabernæmontana* qui donne aussi du lait.

(**) Boussingault et Rivero, *Annal. de chimie et de physiq.*, tom. XXIII, 1823.

douce chaleur, on obtient une espèce de frangipane. Lorsqu'on continue à chauffer, on voit bientôt paraître à la surface de cet extrait des gouttelettes comme huileuses, dont le nombre augmente, et au milieu desquelles finit par nager le caillot, qui progressivement durcit et diminue de volume; et dès ce moment on commence à sentir une odeur assez semblable à celle qu'exhalent des côtelettes, au moment où on les sort du gril. Le liquide huileux, quand on le laisse refroidir, se prend en une masse blanche et translucide, tout à fait semblable, par l'aspect, à la cire d'abeille blanchie. Le caillot est insoluble dans l'alcool; l'alcool versé dans le lait pur le trouble et le coagule. Ce suc laiteux est très-aqueux, il renferme du sucre, un sel de magnésie et un principe colorant. Abandonné à l'air, il donne un caséum qui aigrit facilement à l'air, et dont les habitants préparent un fromage, dont l'odeur rappelle certains fromages de nos climats.

3423. Cette analyse, tout incomplète qu'elle soit, permet cependant d'établir que le lait végétal ne diffère du lait animal que par une proportion plus considérable d'eau; ce qui fait que les acides ou l'ammoniaque ne le coagulent pas comme le nôtre; car la coagulation des substances albumineuses n'a lieu qu'à un certain état de concentration. L'étude des sels n'en a pas été faite; les auteurs n'en mentionnent qu'un seul que leur a indiqué la réaction du suc; et ils n'ont pas étudié la substance par voie d'incinération.

3424. Nous avons déjà eu plus d'une occasion de prouver que la formation de la fermentation caséique n'est rien moins qu'une propriété exclusivement spéciale au lait. Le gluten (1255) en prend dans certaines circonstances les principaux caractères. L'amidon lui-même (924) nous a donné un fromage des mieux confectionnés : et si ce fait est nouveau dans la science, il est plus ancien dans l'économie domestique. En effet, on prépare, en Thuringe, une espèce de fromage avec les pommes de terre; on prend les grosses blanches, on les fait bouillir dans un chaudron, on les pèle, on les réduit en pulpe, soit à la râpe, soit au mortier; on les mêle avec un cinquième de lait aigri et la dose de sel convenable; on pétrit le tout, on couvre le mélange; on laisse reposer pendant trois à quatre jours, suivant la saison. Au bout de ce temps, on pétrit de nouveau, et l'on place les fromages dans de petites corbeilles, où ils se débarrassent de leur humidité superflue; on les met sécher à l'ombre, et on les place pendant quinze jours, par couches superposées, dans des tonneaux en terre ou en bois. C'est là que le fromage se forme, et plus il est vieux, meilleur il est. La dose de lait aigri pourrait être remplacée, avec un égal succès, par une dissolution d'albumine de l'œuf ou autre dans de l'acide acétique, mêlée à une quantité suffisante de sucre; ou bien même par les eaux sûres des amidonniers (1078).

---

### TROISIÈME GENRE.

### SANG (*).

3425. Le sang est un liquide alcalin, coloré en rouge chez les animaux vertébrés, et en général blanc chez les invertébrés; il circule dans toute l'économie du corps et y porte partout la vie, à la faveur de canaux vasculaires innombrables abouchés entre eux en un vaste réseau. Sa température est la même que celle de l'animal, c'est-à-dire qu'elle varie, d'après les expériences les plus récentes, de 36 à 37° centigrades chez l'homme, qu'elle est de 11° chez les poissons, de 39° chez les chiens et les chats, qu'elle s'élève jusqu'à 40°,5 chez le cochon, et de 39° à 41° chez les oiseaux. Sa densité est de 1,0527 d'après Haller; de 1,0560 d'après Fourcroy à la température de 15 à 16°; et, d'après John Davy, de 1,049 pour le sang artériel, et de 1,051 pour le sang veineux.

3426. Il se coagule à la température de l'eau bouillante; mais il se coagule aussi spontanément à l'air libre ou en vases fermés, quoique alors il y ait, au lieu d'un dégagement de calorique, un refroidissement notable. On diminue l'intensité de cette coagulation, en agitant, en fouettant le sang à mesure qu'il sort des vaisseaux. Il se divise alors, comme le lait (3350) et le chyle, en deux portions, dont l'une liquide, transparente et jaunâtre, s'appelle le *sérum*, et l'autre molle, opaque, rougeâtre et plus dense, se nomme *cruor* ou *caillot*. Le sang qui circule dans les artères (*sang artériel*) est d'un rouge vermeil; celui qui revient au cœur par les veines (*sang veineux*) est d'un rouge brunâtre, que la transparence des parois rend bleuâtre. Cette couleur se modifie sous l'in-

(*) Nous conservons en entier la rédaction de ce troisième genre, telle qu'elle se trouve dans la première édition de cet ouvrage; nous renverrons à la fin l'appréciation critique des travaux qui ont été publiés depuis sur la question. Cette marche nous semble propre à faire mieux juger des progrès de nos travaux académiques



fluence de divers gaz : rouge-cerise dans le gaz ammoniac, rouge violet dans les gaz oxyde de carbone, deutoxyde d'azote, hydrogène carboné; rouge brun dans les gaz azote, carbonique, hydrogène, protoxyde d'azote; violet foncé passant au brun verdâtre dans l'hydrogène arséniqué ou sulfuré; brun marron dans le gaz hydrochlorique; brun noir dans le gaz sulfureux; brun noirâtre passant au blanc jaunâtre dans le chlore.

3427. Berzélius et Marcet ont, chacun de leur côté, analysé le *sérum* du sang, et ont obtenu les résultats suivants :

| Berzélius. | Sang de bœuf. | Sang de l'homme. | Marcet. | Sang de l'homme. |
|---|---|---|---|---|
| Eau........ | 905,000 | 905,0 | .......... | 900,00 |
| Albumine.... | 79,990 | 80,0 | .......... | 86,80 |
| Lactate et phosphate de soude impur...... | 6,175 | 4,0 | Matière extractive........ | 4,00 |
| Hydrochlorate de soude et de potasse...... | 2,565 | 6,0 | .......... | 6,60 |
| Soude impure.. | 1,520 | 4,0 | .......... | 1,65 |
| Perte....... | 4,750 | 1,0 | Sulfate de potasse....... | 0,35 |
| | | | Phosphate terreux....... | 0,60 |
| | 1000,000 | 1000,0 | | 1000,00 |

3428. D'après Proust, le sang renfermerait en outre de l'ammoniaque, un hydrosulfure, des traces de vinaigre un peu modifié (3381), du benzoate de soude et de la bile. Brand et Vogel ont prouvé que, dans le vide, le sang laisse dégager un volume égal de gaz acide carbonique. Vauquelin y a signalé une matière grasse jaune, que Chevreul considère comme étant de même nature que celle du cerveau (1755). Barruel n'a pas trouvé la moindre trace d'urée dans dix livres de sang de bœuf; tandis que Prévost et Dumas prétendent avoir reconnu la présence de l'urée dans le sang d'un chien dont ils avaient enlevé les reins.

3429. Le caillot se composerait, d'après Berzélius, de 36 de fibrine, et de 64 de matière colorante rouge chez le bœuf; et chez l'homme, la fibrine figurerait à peine dans la proportion de 0,075.

## § I. *Mécanisme de la circulation sanguine.*

3430. Depuis la découverte de la circulation, on n'a cessé d'en rechercher le mécanisme; mais après bien des évaluations et des calculs, on a fini par reconnaître que l'application des méthodes rigoureuses du calcul, en ces sortes de matières, ne menait qu'à des résultats trop largement opposés les uns aux autres, pour qu'on fût en droit de les regarder comme l'expression de la loi qu'on cherchait à étudier.

3431. Le cœur, par sa contractilité musculaire, est-il l'unique agent de l'impulsion à laquelle obéit le sang? Les artères secondent-elles à leur tour cette impulsion, et par quel mécanisme? Le système capillaire, ce lien commun des artères et des veines, cette voie de communication entre la route qui amène et la route qui ramène, ce système, dis-je, est-il passif ou exerce-t-il une action quelconque sur le liquide qui circule dans ses anastomoses microscopiques? Telles sont les diverses questions que l'on a vu résoudre successivement par l'affirmative et par la négative, et, dans l'un et l'autre cas, à l'aide d'expériences.

3432. Bichat n'admettait que l'action du cœur, et niait l'effet que l'on attribuait au frottement et aux chocs des sinuosités sur la vitesse du sang; il apportait en preuve l'hypothèse d'une seringue, dont la canule serait terminée par une multitude de rameaux : le même coup de piston devrait faire jaillir l'eau, au même instant, des rameaux inférieurs comme des rameaux supérieurs. Les adversaires de Bichat ne pouvaient révoquer en doute ces principes d'hydrostatique; cependant l'observation des faits décelait, dans le cours du sang, une exception à cette règle, et l'on trouvait que le sang n'était pas doué, sur tous les points du trajet, de sa vitesse initiale. Mais ni Bichat ni ses adversaires n'avaient aperçu que ce principe, fort juste quand il s'agit d'un système de canaux à parois rigides, cesse de l'être quand il s'agit de vaisseaux flexibles et élastiques; car si, au bout de la seringue, on plaçait des rameaux faits avec des tuyaux membraneux et élastiques, on trouverait alors qu'on ne doit plus négliger l'influence des résistances et des chocs.

3433. Les parois des vaisseaux opposent donc des résistances au cours du sang, et leurs anses produisent des chocs.

3434. D'où vient cependant que le mercure se soutient, à la même hauteur, dans un tube mis en communication avec une artère, à une distance plus ou moins grande du cœur?

3435. La cause de ce phénomène est la même que celle de la circulation, et elle réside dans une double circonstance dont les physiologistes n'ont jamais tenu aucun compte, quoiqu'ils en aient toujours reconnu l'existence; je veux parler de l'aspiration et de l'expiration des parois des vaisseaux. Car le sang est destiné à porter la vie sur tous les points du système, à nourrir et à réparer es organes. Mais pour que sa destination ne soit

pas annulée, il faut nécessairement qu'une partie du liquide soit absorbée par les surfaces qu'il arrose; il faut que ces surfaces soutirent au liquide les sucs nutritifs; il faut encore qu'elles lui rendent le rebut de leur élaboration; en d'autres termes, il faut qu'elles *aspirent* et qu'elles *expirent*. Or cette double fonction ne peut avoir lieu sans que le liquide soit mis en mouvement; et ce mouvement doit être d'autant plus constant et uniforme que cette double fonction est inhérente à chaque molécule de la surface des vaisseaux (1940). La circulation chez les animaux n'a donc pas d'autre mécanisme que chez les végétaux (3298); et ce mécanisme une fois admis, toutes les anomalies de l'expérience s'expliquent sans effort.

3436. Le mercure se maintient à la même hauteur, loin du cœur ou près du cœur, parce que ce n'est pas l'action du cœur qui l'y maintient, mais l'action des parois des vaisseaux.

3437. Toute surface qui aspire, si elle est flexible, doit être à son tour, pour ainsi dire, attirée par la substance aspirée, ce qui est évident; il est donc évident aussi qu'à la faveur de cette seule aspiration on explique les mouvements de systole et de diastole du cœur et des artères. Le cœur en effet, libre sur la majeure partie de sa surface, est aussi l'organe qui trouve le moins de résistance dans ce mécanisme, et dont les mouvements sont les plus marqués. Quand ses parois internes aspireront, ou, si l'on veut, s'assimileront le liquide, il se contractera; quand au contraire ses parois internes expireront, repoussé alors par le liquide qu'il repousse, le cœur se dilatera. Mais comme le jeu de cet organe est énergique en raison de sa masse, ses mouvements ajouteront encore à la vitesse de la circulation dans le système des artères, qui, dès lors, outre leur action propre d'aspiration et d'expiration, offriront encore des mouvements isochrones avec les battements du cœur. Ajoutez à cette cause accessoire des battements artériels, les mouvements imprimés par l'aspiration aérienne des poumons; et les circonstances de la circulation du sang ne présenteront plus de problèmes insurmontables.

3438. Je m'empresse d'en citer un exemple, lequel aurait bien embarrassé les physiologistes, qui rapportaient uniquement au cœur la cause de la circulation. Que l'on coupe la queue d'un têtard de grenouille, on verra, pendant un espace de temps assez long, le sang circuler, avancer ou reculer dans ses anastomoses. Et qu'on ne pense pas que cela vient de l'écoulement du sang par les orifices amputés de ces vaisseaux; s'il en était ainsi, cette circulation aurait lieu sur la queue d'un têtard mort avant l'opération, puisqu'alors le sang s'écoule aussi bien de l'orifice des vaisseaux amputés. Or le phénomène dont je parle n'a lieu que lorsque cet organe appartient à un animal plein de vie. Du reste, un écoulement lent n'occasionnerait jamais de tels phénomènes. On voit en effet, au microscope, le sang s'avancer et revenir sur ses pas, comme par saccades, dans le réseau des anastomoses; on voit ses globules s'arrêter brusquement, puis s'ébranler et se mouvoir de nouveau, comme si l'organe tenait encore au corps de l'animal, et qu'il fût encore placé sous l'influence des mouvements du cœur.

## § II. *Globules du sang* (*).

3439. Depuis que Malpighi et Leeuwenhoeck ont parlé des globules charriés par le sang, les micrographes n'ont presque fait que répéter leurs observations, en y ajoutant quelques variantes. Les globules du sang ont été jusqu'à ce jour la pierre philosophale de l'observateur physiologiste. On formerait une bibliothèque de tout ce qui a été publié sur ces corpuscules; et, disons-le hardiment, l'on ne posséderait peut-être pas alors la somme de deux vérités bien constatées. Je ne m'attacherai pas à réfuter pied à pied les systèmes, je pourrais même dire les romans que l'ancienne méthode d'observation a enfantés : les uns ont représenté chacun de ces globules comme un sac emprisonnant un noyau; d'autres les ont considérés comme des corps doués d'un mouvement spontané, dupes en cela de toutes les causes mécaniques de mouvements que nous avons déjà signalées, en parlant des globules polliniques (1436); d'autres enfin ont annoncé, avec une apparence de précision mathématique, que ces globules sanguins formaient seuls la fibrine, en s'ajoutant bout à bout. La réfutation est une perte de temps, quand on peut immédiatement la remplacer par la démonstration; je me contenterai donc d'exposer les faits que j'ai constatés à l'aide de la nouvelle méthode.

3440. Les globules du sang affectent des dimensions et des formes qui paraissent homogènes dans le même animal, mais qui varient pourtant alors, quoique dans des limites assez rapprochées.

3441. Les différences quelquefois énormes que l'on observe dans les évaluations que divers au-

(*) *Répertoire d'anatomie*. Second Mém. de physiologie et de chimie microscopique, tom. IV, 1827.

leurs nous ont laissées du diamètre de ces globules, proviennent non-seulement du peu de constance des dimensions de ces petits corps, mais encore des procédés qu'on a suivis dans le mesurage, et surtout de la grande difficulté qu'on éprouve à mesurer avec exactitude des corps aussi petits, à un grossissement de 100 à 200 diamètres. Aussi les nombres consignés dans le tableau d'un auteur, si toutefois ils ont été obtenus avec le même instrument et par le même procédé, doivent-ils être considérés moins comme l'expression de la dimension réelle, que comme celle des rapports qui existent entre les globules du sang des divers animaux soumis à cette observation.

3442. Les dimensions des globules varient suivant les individus; les formes et les dimensions varient suivant les espèces.

3443. Chez l'homme (pl. 8, fig. 21, *d*) on les trouve de $\frac{1}{100}$ à $\frac{1}{150}$ et même à $\frac{1}{200}$ de millimètre; leur forme, chez tous les individus de cette espèce, est aplatie et circulaire.

3444. Ces dimensions et cette forme appartiennent aussi aux globules des autres mammifères.

3445. Chez les oiseaux, les poissons, les quadrupèdes ovipares, ils sont elliptiques; ceux de la grenouille (pl. 8, fig. 21, *b*) atteignent jusqu'à $\frac{1}{40}$ de millimètre, et ceux de la salamandre $\frac{1}{30}$. Ce sont les plus gros connus.

3446. Du reste ces globules varient à l'infini de diamètre dans la même goutte de sang, mais entre des limites, il est vrai, très-rapprochées, même quand on les observe immédiatement au sortir de la veine (*).

3447. Quelques instants après leur séjour dans la goutte d'eau qui sert à les séparer, en étendant le *sérum*, afin de les faire mieux distinguer, ils subissent des variations qui ont donné plus d'une fois le change aux observateurs. Car lorsqu'ils circulent dans les vaisseaux, ou immédiatement après leur sortie, ils ne se présentent qu'avec la forme de globules hyalins et de la plus grande simplicité. On les voit, au sortir de la veine, passer et repasser les uns au-dessus des autres, entraînés en sens divers par les courants variés du liquide; et à la faveur de ces mouvements tout à fait automatiques, on les croirait jouissant de mouvements spontanés.

3448. Mais, ce qu'on peut très-facilement observer sur les globules des batraciens (pl. 8, fig. 21, *b*), quelques instants après qu'ils sont sortis du vaisseau, et qu'ils ont séjourné dans l'eau pure, ils commencent à acquérir des formes et des dimensions nouvelles; ils s'étendent insensiblement (**), et alors on aperçoit, dans leur centre, une espèce de noyau (*b'*) : bientôt la couche externe, qui se confond de plus en plus, par son pouvoir réfringent, avec le liquide (*b''*), finit par disparaître tout à fait; le petit noyau (*b'''*) reste, s'étend et disparaît à son tour. D'autres globules, au lieu de s'étendre sous forme elliptique, s'étendent sous forme sphérique; enfin si la quantité d'eau qui sert de menstrue est suffisante, tous ces globules disparaissent en s'y dissolvant, et quelques heures après on n'en trouve plus un seul dans le liquide. Cependant il ne faut pas perdre de vue qu'à mesure que ceux-ci disparaissent, d'autres peuvent être dans le cas de se former par la fermentation du liquide. En conséquence il sera bon de procéder à l'expérience dans un lieu frais et à une température basse.

3449. On conçoit qu'à une certaine époque de l'observation microscopique, les globules des batraciens sont dans le cas de ressembler exactement aux globules des mammifères (3444).

3450. Ceux-ci, primitivement sphériques, offrent, lorsqu'on approche le porte-objet de l'objectif (563), un point noir dans leur centre, et une auréole transparente (pl. 8, fig. 21, *c*); le point noir disparaît, lorsqu'on éloigne une seconde fois le porte-objet. En s'appliquant contre la lame du porte-objet, par suite de l'évaporation de l'eau, ces globules se présentent avec la forme (*c'*), parce qu'alors la substance, se refoulant vers les bords,

(*) On a longtemps nié l'existence, chez les insectes, d'une circulation analogue à celle des animaux vertébrés. Dans la première édition de cet ouvrage, j'avais déjà indiqué que l'on pouvait en voir une véritable dans les antennes des cloportes. Mais je n'avais écrit ce fait que de souvenir; il me manquait alors une assez grande partie de mes notes que j'ai recouvrées depuis. J'y trouve consigné que, dès 1827, j'ai observé une circulation de globules dans les antennes à 25 articulations d'une larve aquatique analogue à celle des tipules. La circulation avait lieu par saccades, correspondant aux palpitations qu'offrait la partie postérieure du corps. Chaque articulation offrait comme chez les *chara* (3288), un double courant inverse, et l'on voyait les globules passer de l'un à l'autre des deux courants. J'ai observé le même phénomène de circulation dans l'articulation médiane de la patte du *smynthera viridis* (Lamk.), *podura viridis* des autres auteurs, petit pou verdâtre et veutru que l'on trouve sur les luzernes.

(**) Les micrographes qui ont publié les mesures de ces petits corps ne se sont pas doutés de cette circonstance, qui pourtant est capable de fournir des résultats très-divergents, selon qu'on mesurera les globules après un plus ou moins long séjour dans l'eau.

forme tout autour du globule une espèce de bourrelet.

3451. Ces globules, d'un si beau rouge sur les planches des micrographes (pl. 8, fig. 21, *a a'*) n'offrent quelque chose d'analogue aux figures classiques, que lorsqu'ils sont recouverts de la matière colorante ; mais dès que la matière colorante, entraînée par l'albumine soluble qui s'épaissit, s'est retirée sur les bords du porte-objet, alors on voit évidemment que chaque globule est incolore et d'une transparence éblouissante. C'est principalement sur les globules grandement elliptiques des batraciens qu'on peut très-bien voir cette circonstance ; on n'a qu'à observer la circulation sur la queue du têtard, ou sur la patte de la grenouille, on s'assure avec la dernière évidence que ces ellipses sont entièrement incolores. L'expérience est tout aussi décisive peut-être, quand on a eu soin d'étendre d'eau pure le sang le plus fortement coloré des mammifères ; car alors la matière colorante étant plus délayée, et par conséquent presque inappréciable au microscope, les globules paraissent incolores, dès le début même de l'observation.

3452. Il faut cependant, en cette circonstance comme en bien d'autres, tenir compte de l'effet ordinaire de la lumière sur les corps albumineux (1552), toutes les fois qu'ils commencent à altérer l'homogénéité de leur organisation (1499), en s'imbibant d'eau ; ils prennent alors en effet une couleur un peu jaunâtre. Par réflexion (568), ils reprennent leur première blancheur.

3453. Telles sont les illusions auxquelles les globules du sang peuvent donner lieu, sous le rapport de leurs formes. Étudions maintenant leur nature chimique.

3454. Un acide minéral, l'acide hydrochlorique, par exemple, commence par déterminer la formation d'un noyau sur les globules encore homogènes (*b''''*, pl. 8, fig. 21). Mais ce noyau, trace évidente d'une coagulation, varie de forme et de position dans chaque globule. L'acide hydrochlorique, à la longue, finit par dissoudre le globule en entier.

3455. L'ammoniaque et l'acide acétique concentrés dissolvent presque instantanément ces globules.

3456. La chaleur les coagule et les durcit. L'alcool produit le même phénomène.

3457. Or des globules hyalins, solubles dans l'eau, l'ammoniaque, l'acide acétique, l'acide hydrochlorique concentrés, coagulables par les autres acides, par la chaleur, par l'alcool, sont évidemment de simples globules d'albumine, et non des molécules organisées.

3458. Chacun de ces globules peut donc être considéré comme de l'albumine, d'abord dissoute dans le *sérum* du sang, à l'aide d'un menstrue quelconque, et ensuite précipitée de ce menstrue, soit par la neutralisation, soit par l'évaporation de celui-ci. Cependant les précipités d'albumine qu'on obtient par l'alcool n'offrent jamais qu'un coagulum informe ; cela est vrai ; mais les précipités d'albumine qui ont lieu par l'évaporation spontanée du menstrue qui les tenait en solution, représentent si bien tous les phénomènes du sang, qu'en y ajoutant une matière colorante rouge, on croirait avoir sous les yeux du sang véritable. En effet, que l'on dépose une certaine quantité d'albumine de l'œuf de poule dans un excès d'acide hydrochlorique concentré ; bientôt l'albumine, d'abord coagulée en blanc (1554), se dissoudra dans l'acide, en le colorant en un violet qui passera ensuite au bleu. Si on décante alors l'acide hydrochlorique, et qu'on l'abandonne à une évaporation spontanée, on verra se précipiter une poudre blanche, qui, observée au microscope, n'offrira que des globules très-petits, sphériques, égaux entre eux, et que l'œil le plus exercé confondrait facilement avec les globules du sang.

3459. Or on accordera aisément que les quantités de ces globules varieront en raison de la quantité de menstrue qui s'évaporera dans un instant donné, et de bien d'autres circonstances accessoires ; en sorte que ces globules pourront affecter des grosseurs et des formes différentes, selon les âges, les mœurs, l'espèce et le sexe des animaux soumis à l'observation.

3460. Nous avons déjà obtenu des résultats analogues, en saturant violemment l'acide lactique avec de la baryte (3380) ; le précipité se compose alors de superbes globules (pl. 8, fig. 19) dont quelques-uns (*a*, *b*) offrent même un noyau dans leur centre.

3461. Le noyau que l'on remarque dans l'intérieur des globules du sang des batraciens (car sur la plupart des autres c'est un simple effet d'optique (3450)), ce noyau, dis-je, n'est que l'effet de la dissolution successive des diverses couches du globule albumineux. Car la couche externe du globule venant à s'imbiber d'eau la première, s'étend la première dans le liquide, acquiert, par son imbibition et par son aplatissement, un pouvoir réfringent plus faible que les couches centrales, qui, dès ce moment, se montrent plus opaques que la couche externe. Lorsque la couche

la plus externe s'est entièrement dissoute, la couche plus interne subit la même modification, et ainsi de suite jusqu'à la couche médiane; le globule finit par disparaître entièrement.

## § III. *Coagulation du sang.*

3462. Outre ces globules albumineux, le sang tient encore en solution de l'albumine liquide en très-grande abondance; ce dont on s'assure au microscope, soit en laissant dessécher spontanément du sang étendu d'eau (on observe en effet alors une couche albumineuse (1499) (pl. 4, fig. 15) qui évidemment ne saurait être le produit de la réunion bout à bout des globules sanguins), soit en coagulant par l'alcool; en tenant l'œil au microscope, on voit en effet les globules enveloppés par un *coagulum* membraneux qui se forme inopinément aux dépens de la partie liquide.

3463. Cherchons à découvrir la nature du menstrue qui sert à rendre cette albumine plus soluble, et qui, par sa neutralisation ou son évaporation, la dépose sous forme de globules, lesquels nagent dans le *sérum* et voyagent sans se réunir dans les vaisseaux. L'analogie de composition chimique et de circulation, entre le liquide des charaignes (3308) et le sang, m'avait d'abord porté à penser que le menstrue de l'albumine, chez celui-ci comme chez celui-là, n'était autre que l'acide acétique. Macquer et Homberg avaient déjà trouvé un acide dans le sang; Proust y a signalé de l'acide acétique; Berzélius y indique, ainsi que dans tous les tissus, du lactate de soude et de potasse, qui, d'après ce que nous avons démontré plus haut, n'est qu'un acétate albumineux de soude et de potasse (3375). Cette hypothèse était, il est vrai, en opposition avec l'alcalinité constatée du sang au sortir des vaisseaux; mais cette alcalinité aurait bien pu n'être que consécutive de l'acidité, et il aurait pu arriver ce que nous avons eu déjà l'occasion de constater à l'égard d'un sel ammoniacal acide et devenant bleu au contact de l'air (924). Mais l'alcalinité constante du sang le plus fraîchement tiré des vaisseaux, et la coagulation produite par un acide étendu d'eau, ne permettent pas de douter que le menstrue de l'albumine ne soit un alcali. Cet alcali, c'est de la soude (1507) et surtout de l'ammoniaque (3427) dont les auteurs ne tiennent aucun compte, et dont on reconnaît avec évidence les divers sels au microscope.

3464. Une fois ce principe admis, la coagulation spontanée du sang n'offre plus aucune difficulté inexplicable. Car l'acide carbonique de l'atmosphère, l'acide carbonique qui se forme dans le sang, par son avidité pour l'oxygène (1979), ou par suite de la fermentation spontanée des éléments du sang lui-même, sature le menstrue de l'albumine, qui se précipite comme un caillot. L'évaporation de l'ammoniaque, et surtout l'évaporation de l'eau du sang qui sort fumant de la veine, abandonnent à leur tour une quantité proportionnelle d'albumine dissoute, et la masse se coagule d'autant plus vite que le liquide sanguin était moins aqueux. Je pourrais ajouter que la fermentation acide (3173) est susceptible de se manifester, immédiatement au sortir des vaisseaux, dans un liquide élevé à 37° de température, et renfermant simultanément de l'albumine insoluble et du sucre (3397), lequel acide rendrait la saturation du menstrue plus rapide.

3465. La précipitation globulaire de l'albumine, dans la capacité des vaisseaux de la circulation, présente moins de difficultés encore à résoudre. Car l'absorption de la partie aqueuse ou liquide du sang, par les parois des membranes, suffirait à l'explication, s'il n'était pas possible d'admettre qu'à chaque instant le menstrue alcalin peut être saturé par les résidus de la nutrition (3435), que les parois rejettent à leur tour, dans ces canaux destinés à charrier à la fois les éléments organisateurs et les produits de la désorganisation; comme cette saturation se fait avec lenteur et gradation; sans violence et sous l'influence d'une cause identique, il s'ensuit que le précipité globulaire s'effectue avec plus de régularité, et que les globules enfin sont presque tous égaux entre eux.

## § IV. *Analogies du sang* (*).

3466. Il suffit de jeter les yeux sur les résultats analytiques qu'a fournis l'étude du suc de *Chara* (3308), celle des séves glutineuses et qui se concrètent au contact de l'air (3421), celle du lait (3360), et celle du chyle, pour en saisir, d'un seul coup d'œil, l'analogie avec les résultats analytiques du sang. Même albumine dans ses deux états de solution et de précipitation globulaire; mêmes sels: hydrochlorate de soude et de potasse, phosphate et carbonate de chaux, sels ammoniacaux, acétates albumineux de potasse et de soude (*lactates de Berzélius*) (3387), qui chez les *Chara* sont remplacés par une dissolution de tartrate de potasse dans l'acide acétique albumineux; même coagulation spontanée au sortir des organes de la circu-

(*) *Annal. des sciences d'observation*, tom. II, pag. 416, 1829.

lation, et cela par la saturation, l'évaporation ou l'affaiblissement du menstrue de l'albumine. Or ce menstrue est de l'acide acétique chez les *Chara;* c'est un alcali (soude et ammoniaque) dans le lait, le chyle et le sang.

3467. Il existe encore une autre différence entre ces diverses substances organisatrices : c'est la présence d'une substance colorante rouge dans le sang des vertébrés, des annélides, etc., mais qui manque totalement dans le sang des insectes, des mollusques, etc.

## § V. *Matière colorante du sang.*

3468. La couleur rouge du sang (3467) résiste à l'action des alcalis, de l'ammoniaque, des dissolutions d'alun, de perchlorure d'étain, de la noix de galle, etc.; elle est altérée par les acides nitrique, sulfurique, et même par l'acide hydrochlorique; elle ne résiste point à l'action de l'air et de la lumière, et encore moins à celle de la putréfaction. L'ébullition la fait virer au vert, quoique par réfraction elle conserve encore sa teinte purpurine. Elle varie d'intensité et même de nuances, selon que le sang observé provient des veines ou des artères (3426), et selon la constitution des individus et le genre de maladies.

3469. Les chimistes ont cherché à l'obtenir isolément; et les résultats de leurs recherches diffèrent entre eux du tout au tout. Brande et Vauquelin la regardent comme une matière animale *sui generis* et ne renfermant que des traces insignifiantes de fer. Berzélius au contraire, ainsi que Ingelhart et Rose, en attribuent exclusivement la couleur à la présence du fer, dans un état indéterminé de combinaison. Cette opinion est aujourd'hui la plus accréditée, et celle qui mérite le plus de l'être.

3470. Mais il me parait évident que ceux qui soutiennent cette opinion n'ont pas plus obtenu la substance colorante, à l'état de pureté, que ceux qui soutiennent l'opinion contraire; l'albumine du sang se trouve encore en abondance dans la substance obtenue par les uns et par les autres, et lui prête la plupart de ses caractères. Il suffit de raisonner les procédés suivis par les divers auteurs, pour constater ce que j'avance, et pour se rendre compte de la dissidence qui existe entre eux, au sujet du rôle que le fer joue dans cette matière.

3471. Brande abandonne à lui-même le *sérum* du sang préalablement séparé de la fibrine par le fouettement. La matière colorante se dépose; on décante le *sérum* qui surnage. Tous les mentrues de l'albumine et de la fibrine (1519) dissolvent cette substance, dont quelques-uns altèrent plus ou moins la couleur (3468); elle se comporte avec l'alcool, l'éther, la chaleur, exactement comme l'albumine. Elle forme, dit l'auteur, avec l'eau, une dissolution (*suspension*, 27), qui ne se putréfie que difficilement. Cette assertion mérite confirmation, à moins que l'eau ne soit en excès par rapport à cette substance, ce qui rend les produits de la putréfaction moins intenses, et par conséquent moins sensibles. Sa cendre n'offre que des traces de fer; si l'expérience est exacte, on peut expliquer cette disparition du fer, par une combinaison soluble des molécules de ce métal avec un acide produit par la fermentation, qui a dû s'établir nécessairement, pendant que la substance a été abandonnée à elle-même (3464); en sorte que le fer de la matière colorante ou plutôt décolorée doit se trouver en plus grande quantité dans le *sérum* que dans le *dépôt*. Au reste, par ce que nous avons déjà dit sur l'albumine (1510) et sur le dépôt floconneux des corps *ovuligères* de l'articulation du poignet (3033), il doit paraître évident que le dépôt formé dans l'expérience de Brande est le fait spécial de l'albumine, qui a entraîné avec elle, comme par une espèce de clarification (3188), une partie de la matière colorante contenue auparavant dans le même liquide qu'elle (*).

3472. Vauquelin est arrivé au même résultat que Brande par un procédé tout différent. Il traite le caillot du sang (3426) bien égoutté sur un tamis de crin, par quatre parties d'acide sulfurique étendu de huit parties d'eau, et il fait chauffer pendant cinq à six heures à 70° centigrades. Il filtre la liqueur encore chaude, sature presque l'acide par de l'ammoniaque, laisse reposer, lave le résidu à grande eau, jusqu'à ce que le nitrate de baryte ne donne plus le moindre signe de la présence de l'acide sulfurique; ce résidu, c'est, d'après lui, la matière colorante pure. L'emploi de l'acide sulfurique dans ce procédé et à 70° de température (1519), a dû certainement modifier et altérer en grande partie l'albumine (**), qui, comme dans l'expérience ci-dessus, accompagne la matière colorante. Aussi Vauquelin fait-il re-

(*) Ce phénomène se présente fréquemment à l'observation microscopique; on voit souvent, à côté des globules véritables (3451), des précipités albumineux, qui ont emprisonné dans leur sein la matière colorante, et que les observateurs inexpérimentés sont exposés à prendre pour les globules du sang.

(**) L'acide sulfurique dissout une faible quantité d'albumine (3168), tout en coagulant l'autre.



marquer que, sèche, cette matière paraît noire comme du jais, dont elle a la cassure et le brillant; et que, soumise au feu dans un appareil fermé, elle ne change ni de forme ni de couleur; au reste les cendres de ce résidu n'ont pas plus offert de traces ferrugineuses à Vauquelin qu'à Brande. Mais lorsqu'une série d'expériences a donné lieu à de fausses inductions, il arrive souvent qu'on rencontre le nœud de l'anomalie, dans une circonstance en apparence accessoire, et que l'auteur ne semble avoir jetée, dans le cours de sa narration, que pour mémoire. En effet Vauquelin fait remarquer qu'il reste une matière insoluble dans l'acide sulfurique, très-abondante, qui est plus colorée en rouge et bien plus riche en fer que la matière dissoute. Comment Vauquelin a-t-il été conduit à considérer, comme matière colorante du sang, la matière dissoute plutôt que la matière insoluble? C'est sans doute parce qu'il trouvait moins de caractères albumineux dans la première que dans la seconde. Quoi qu'il en soit, il est évident que si Vauquelin n'a trouvé que des traces de fer dans la matière colorante du sang, c'est qu'il n'avait opéré que sur des traces de matière colorante.

3473. Berzélius et Ingelhart procèdent à leur tour d'une manière différente de celle des auteurs précédents. Ils emploient une plus grande quantité d'eau (cinquante parties sur une de caillot). Ils chauffent la dissolution à 75° centig.; il se précipite alors des flocons rouges qui, lavés et séchés, sont considérés par eux comme de la matière colorante pure. D'après eux, l'albumine reste dans la liqueur. Mais comment peut-on ne pas voir que ces flocons ne sont que de l'albumine coagulée par la chaleur et emprisonnant la matière colorante qu'elle a entraînée avec elle? Il est vrai qu'il reste de l'albumine dans le liquide; mais ceci n'est plus une difficulté, puisqu'on sait (1511) que l'albumine se coagule d'autant moins par la chaleur que la quantité d'eau qui la dissout est plus considérable. Du reste, la substance obtenue par Berzélius se comporte encore, avec les réactifs, exactement comme l'albumine pure. La substance obtenue par Berzélius fournit la centième partie de son poids de cendres composées d'environ cinquante parties d'oxyde de fer, six parties de phosphate de chaux et d'un peu de magnésie, vingt parties et demie de chaux pure, sept parties et demie de sous-phosphate de fer, et six parties et demie d'acide carbonique. Or, comme l'albumine pure ne renferme jamais que des traces de fer, on est obligé d'admettre ici que l'oxyde et le sous-phosphate de fer appartiennent à la matière colorante pure du sang, et que le phosphate de chaux, que la chaux pure et son acide carbonique, que la magnésie enfin, proviennent de l'albumine du mélange coagulé.

3474. Quoique la présence d'une assez grande quantité de fer dans le sang soit bien constatée, cependant ni l'acide gallique, ni l'infusion de noix de galle, ni le prussiate ou l'hydrocyanate de potasse ne produisent, dans ce liquide, aucun précipité ou aucun changement de couleur, qui y annonce l'existence de ce métal. De là Berzélius concluait que le fer n'y existe qu'à l'état métallique. Mais j'ai depuis longtemps fait observer (*) que les substances organisatrices coagulables étaient capables de soustraire une substance métallique à l'action la plus énergique d'un réactif. J'aurai bientôt occasion de parler d'un mélange d'huile et de sels de fer, qui ne donne des signes de la présence de ce métal que plusieurs jours après qu'on a déposé le mélange, dans du prussiate ferruré de potasse aiguisé d'un acide. Rose a confirmé ce résultat en mélangeant de l'albumine ou de la gélatine avec du peroxyde de fer.

3475. Ainsi nous ignorerons peut être longtemps encore à quel état se trouve le fer dans le sang, et quels sont les caractères de la matière colorante pure.

## § VI. *Usages du sang.*

3476. On se sert du sang de bœuf, en place d'albumine de l'œuf, qui coûterait plus cher, dans la clarification du sucre (3188). On le mange à l'état de boudin. On donne celui des animaux, dont la chair ne se sert pas sur nos tables, aux poules, aux dindons, etc., après avoir eu soin de le dessécher et de l'émietter; enfin, à ce dernier état, il constitue, dit-on, un excellent engrais, même pour la culture des racines telles que la betterave, à laquelle le fumier animal fait contracter un mauvais goût.

3477. On prépare le bleu de Prusse du commerce, en calcinant un mélange de parties égales de potasse du commerce et d'une matière animale qui est ordinairement du sang desséché. Dès que la masse est pâteuse, ce qui a lieu à la température rouge, on la jette dans l'eau, on l'y délaye, on la jette sur un filtre. La liqueur contient de l'hydrocyanate de potasse, du sous-carbonate, de l'hydrosulfate et de l'hydrochlorate de la même base. On traite la liqueur filtrée avec de l'eau dans

(*) *Sur les tissus organiques*, § 99, tom. III des Mém. de la Soc. d'hist. nat. de Paris, 1827.

laquelle on a fait dissoudre deux parties d'alun et une partie de sulfate de fer. Il se fait aussitôt une vive effervescence, et d'une autre part, un précipité abondant, qui, après avoir été bien lavé, passe du brun noirâtre au brun verdâtre, du brun verdâtre au brun bleuâtre, et enfin à un bleu de plus en plus prononcé. Ce n'est qu'au bout de vingt-cinq jours qu'il a acquis la plus belle teinte de bleu. On jette sur un filtre, on laisse égoutter, on partage le dépôt en masses cubiques qu'on verse dans le commerce. Dans cette opération, l'action désorganisatrice de la potasse a facilité la combinaison, aux dépens de la matière animale, d'un volume de vapeur de carbone et d'un volume de gaz azote, qui, s'associant à la potasse, forment du cyanure de potassium. Ce sel, jeté dans l'eau, la décompose, et se transforme ainsi en hydrocyanate de potasse, qui, mis en contact avec un sel ferrugineux, se transforme en hydrocyanate de peroxyde de fer, lequel est d'un beau bleu. L'alun est employé ici pour favoriser la double décomposition.

## § VII. *Applications.*

3478. Chimie. — Woehler ayant découvert que l'*urée* pouvait être considérée comme un *cyanite d'ammoniaque*, qu'on reproduit artificiellement en faisant passer dans l'ammoniaque du gaz cyaneux, l'urée que Prévost et Dumas ont signalée dans le sang ne serait-elle pas le produit des procédés de leurs expériences (3428) ou celui de la désorganisation violente au moyen de laquelle s'est opérée l'expérience?

3479. Chimie médicale. — L'ammoniaque guérit de l'ivresse, et ce fait s'explique très-bien par les réactions chimiques. Car l'ivresse provient de la coagulation du sang produite par l'alcool qui passe dans les veines ; le torrent de la circulation s'obstrue par intermittence ; tel organe reprend la vie quand l'autre la sent affaiblir ; de là perte d'équilibre, et au summum de l'effet, espèce d'asphyxie ou trouble général dans tous les organes qu'alimentait la circulation, dans l'organe de la pensée, comme dans les organes d'une tout autre élaboration. Or l'ammoniaque, ingérée dans l'estomac, pénètre dans le torrent de la circulation par le même mécanisme que l'alcool; et ce menstrue rend à l'albumine sa solubilité, au torrent de la circulation sa fluidité et son cours ordinaire.

3480. Il serait plus difficile d'expliquer par quel procédé l'eau-de-vie en petite quantité guérit de l'ivresse occasionnée par la bière.

3481. Le docteur Lower paraît être le premier qui ait signalé le cas où la saignée fournit un sang trouble, d'un rouge clair sale, et qui devient marbré et rouge blanchâtre en refroidissant. D'autres médecins ont eu l'occasion d'obtenir un sang semblable qu'ils ont pris pour du lait (3419)(*). Samuel Ledel fait également mention d'une fille dont le sang était blanc. En 1829, le même cas s'est présenté au docteur Gendrin (**). En 1830, le professeur Christison, d'Édimbourg; en 1831 Lassaigne et le docteur G. A. Zanarelli, ont été témoins du même phénomène. Enfin, en avril 1835, le docteur Fabre nous en a montré une fiole, qui ressemblait à du lait marbré de couleur chocolat. Depuis la publication de la première édition de cet ouvrage, l'apparition de ce phénomène a paru moins extraordinaire, et susceptible de se prêter à une rationnelle explication.

3482. Dans tous ces cas maladifs, on observe, comme dans l'ivresse, que le sujet éprouve des vertiges ; le sang coule par saccades ; si on en laisse tomber quelques gouttes sur le carreau, il se produit une effervescence manifeste, preuve de l'acidité de ce sang ; et en peu de temps, le sang prend la couleur de chocolat au lait ; si on abandonne le sang à lui-même, au bout d'une demi-heure, il se forme un caillot d'un volume médiocre, nageant dans une grande quantité d'un fluide blanc, opalin, et tout à fait semblable à du lait. L'ancienne méthode aurait commencé par chercher laborieusement, au fond du creuset, les différences qui pourraient fournir un caractère distinctif de ce lait de nouvelle apparence ; et elle avait déjà prononcé d'après de tels errements. La nouvelle méthode, habituée à considérer le sang, non comme une unité, mais comme un mélange, n'eut pas de peine à trouver l'explication dans un simple changement de menstrue du mélange. En effet, le sang ordinaire est alcalin, et c'est l'alcali qui sert de menstrue à l'albumine dissoute, laquelle sert de véhicule à la suspension de la matière colorante. Mais si tout à coup un acide quelconque venait à s'introduire dans le torrent de la circulation et à saturer l'alcali qui sert de menstrue à l'albumine, il se produirait dans les vaisseaux le même phénomène qui se reproduit dans nos laboratoires ; le liquide se coagulerait ou se grumèlerait, selon que la proportion d'albumine

(*) *Collections académiques*, tom. II et IV.

(**) Voy. *Annal. des sc. d'observat.*, tom. II, pag. 221.

serait plus ou moins considérable. Mais la coagulation de l'albumine, qui sert de moyen de clarification et de décoloration en industrie, ne manquera pas de décolorer le sang en enveloppant dans ses mailles artificielles la matière colorante ; et, dès ce moment, le sang se partagera en deux parties distinctes, en un caillot blanchâtre plus ou moins marbré de rouge d'un côté, et en un sérum limpide et incolore de l'autre ; et l'ancienne méthode consignera avec étonnement que ce sérum ne contient pas une seule trace d'albumine ; ce qui est certes un prodige aussi étonnant que celui du jus de betterave clarifié, lequel ne contient plus que du sucre.

3483. A ces faits tout matériels, qu'il nous soit permis d'ajouter une hypothèse. L'introduction de l'alcool dans les vaisseaux ne serait-elle pas capable de donner lieu à la formation de l'acide, cause de l'accident dont nous venons de parler ? On sait, en effet, que la réaction de l'albumine sur l'alcool donne naissance à de l'acide acétique. Or, chez l'homme, cet accident a été observé après que le malade avait pris en plus ou moins grande quantité, ou dans un état plus ou moins grand de malaise, une boisson spiritueuse ; et dans les autres cas, nous trouverions encore la même cause de ce phénomène, dans les produits anomaux de la digestion, qui commence par être alcoolique et finit par devenir acétique.

3484. Physiologie. — La circulation n'est indiquée au microscope que par la marche des globules que charrie le liquide (3284) ; en sorte que, sans la présence des globules, la circulation la plus rapide serait inapercevable à nos yeux ; dans ce cas, nous prononcerions que le tissu observé est entièrement dépourvu de système vasculaire, et qu'il n'y existe pas la moindre trace de circulation. C'est ce qui était arrivé aux micrographes, avant la publication de cet ouvrage ; aussi ne se faisaient-ils pas scrupule d'admettre l'existence d'animaux privés de circulation ; tels étaient à leurs yeux les infusoires. Chez les animaux vertébrés, ils admettaient l'existence de membranes, non-seulement privées de vaisseaux, mais même d'organisation, enfin des membranes douées de fonctions vitales et pourtant inorganisées ; telle était la membrane de l'amnios (2022).

3485. Cette manière de raisonner commence à passer de mode ; et chacun conçoit (je dis chacun de ceux à qui il est permis de concevoir), chacun conçoit que les globules n'étant qu'un précipité particulier d'albumine, un liquide peut se trouver éminemment albumineux, sans offrir encore le moindre petit globule. Mais une fois que les observateurs se seront familiarisés avec le tracé de la théorie vésiculaire, ils ne trouveront pas la moindre difficulté à concevoir, comment un tissu particulier peut être vasculaire, sans offrir la moindre strie de liquide coloré ; en effet, la circulation n'ayant lieu que dans le dédoublement de deux ou plusieurs cellules accolées par tout le reste de leur périphérie, elle ne saurait pénétrer dans les tissus qu'engendre et qu'enveloppe chacune de ces cellules, que par le point où ces tissus tiennent organiquement à la cellule qui les a engendrés, c'est-à-dire par le *hile* de chacun d'eux. Or, si ce hile, au lieu de se dilater assez pour laisser passer la matière colorante, conserve son imperforation, et n'admet, comme toute autre paroi, que la portion liquide du torrent de la circulation, la circulation qui se distribuera dans son sein, par le même mécanisme que la circulation générale, sera entièrement incolore.

3486. Partout où vous rencontrerez un réseau analogue à celui de la fig. 40, pl. 10, vous devez prononcer que là il existe une circulation vasculaire ; car la circulation seule est en état d'arrondir ces canaux et de faire qu'ils s'abouchent tous entre eux. Enfin ne perdons pas de vue qu'il n'existe pas une cellule, qui ne s'alimente par une circulation qui la longe, et que toute membrane dans laquelle rien ne circule est à l'instant frappée de mort.

3487. La formule de la formation du système vasculaire se réduit à fort peu de termes. Supposez une cellule douée de la vie, c'est-à-dire du pouvoir d'aspirer les liquides pour se les assimiler et les transformer en tissus de cellules plus internes : celles-ci prendront naissance sur la paroi de la première, et elles aspireront à leur tour le liquide, pour élaborer à leur tour. Placées côte à côte les unes des autres et aspirant à la fois le même liquide, dès que celui-ci sera absorbé, elles s'aspireront pour ainsi dire elles-mêmes, elles s'accoleront après avoir produit entre elles le vide ; mais le liquide arrivant cependant en abondance, par suite de l'aspiration de la cellule externe, la circulation se maintiendra sur une zone quelconque ; il continuera à écarter les parois des cellules contiguës, parce que sa quantité sera toujours supérieure à la puissance d'aspiration des tissus ; en les tenant écartées, il arrondira le canal qu'il se creuse, car un liquide ne se comporte pas autrement entre des parois élastiques ; en revenant sur lui-même, ce canal continuera à se

frayer une route, en tenant d'autres cellules dédoublées; le vaisseau s'anastomosera; et ainsi de suite à l'infini. En un mot, les cellules contiguës s'accoleront par toutes les régions de leur périphérie, qui aspireront assez énergiquement pour absorber la portion de liquide répandu entre elles; et le liquide qui circule sera confiné là où l'aspiration, si puissante qu'elle puisse être, ne saurait l'absorber. La plume à la main, chacun pourra prendre une idée plus pittoresque de ce mécanisme, au moyen de deux ou trois traits tracés sur le papier.

3488. Trou de Botal. — Le phénomène général de la vie n'est que la reproduction indéfinie du même phénomène, de même que le plus gros cristal n'est que l'assemblage de cristaux de même forme. Ce que vous avez observé sur la molécule que votre œil, armé d'un verre grossissant, est dans le cas de mesurer dans tout son ensemble, se répète, avec la même simplicité, sur l'organe le plus considérable que l'œil ne peut plus observer que par portions, et dont la structure ne se complique que de notre impuissance. L'aspiration inhérente à la paroi organisée d'une cellule (3487) nous a donné la cause de la circulation; et elle nous explique à elle seule le phénomène de la respiration générale.

3489. Tant que la branchie placentaire fonctionne, le sang du fœtus est appelé sur ce point et refoulé ensuite de ce point dans le fœtus; mais arrivé aux ventricules, la circulation serait arrêtée au passage, si le cœur était un organe imperforée. Or le cœur n'étant plus un organe, mais un assemblage de parois d'organes cellulaires, une espèce de *trivium* organique; à l'époque de la vie fœtale, le sang veineux qui vient de la branchie placentaire trouve, après s'être distribué dans tout le corps du fœtus, pour revenir s'hématoser au placenta, un passage libre, à travers la paroi médiane des deux ventricules du cœur. Ce passage a reçu des anatomistes le nom de trou de Botal. A cette époque, les poumons sommeillent, repliés sur eux-mêmes, comme une glande ordinaire; ils sont passifs; ils s'alimentent par la circulation qui leur arrive d'une manière accessoire; ils ne réagissent sur elle, que dans l'intérêt de la nutrition de leurs tissus spéciaux. Bientôt une révolution totale s'opère dans le système. La branchie placentaire a fait son temps; ses tissus vieillissent et tendent à s'oblitérer; le sang est déjà sollicité vers des régions plus jeunes; les poumons se réveillent et s'épanouissent; le fœtus s'élance vers l'air qu'ils appellent de toute leur expansion; les membranes qui l'asphyxient crèvent sous l'effort; les poumons se dilatent et fonctionnent; ils remplacent le placenta; ils aspirent; le sang s'y porte avec impétuosité, et il en revient avec une impétuosité égale; mais comme, pour y arriver, le sang ne peut passer que par la veine cave, le ventricule droit et l'artère pulmonaire, et que, pour se reporter des poumons vers la périphérie du corps, il ne saurait passer que par la veine pulmonaire, le ventricule gauche et l'aorte, le trou de Botal doit être abandonné, à peu près comme le serait la communication latérale de deux canaux parallèles, qui communiqueraient en outre par les deux extrémités, si l'impulsion du courant était donnée à l'une ou l'autre des parties opposées de cette espèce de cercle; or, lorsqu'il s'agit de canaux élastiques, un rameau de communication qu'abandonne le courant, et par conséquent dans l'intérieur duquel s'opère le vide, doit s'obturer aussitôt, ses parois doivent s'agglutiner sans retour. De là vient que les parois de communication des deux ventricules s'agglutinent sans retour, ou, pour me servir des termes de l'anatomie, que le trou de Botal est fermé, et qu'au lieu d'une seule cavité, le cœur en a deux, désormais distinctes. Mais ce qui se passe dans le cœur des poumons, doit se passer, en vertu de la même loi d'aspiration, dans le cordon ombilical, qui est pour ainsi dire le cœur du placenta. La même force d'aspiration qui abandonne le placenta, pour se porter aux poumons, la même révolution dans la fonction qui hématose, contribue à obturer l'ancien canal de communication du sang du fœtus; le trou de l'ombilic s'oblitère; car le sang qui circule près de son ouverture est aspiré violemment par un autre chemin; et une simple ligature suffit pour arrêter une hémorragie partielle.

3490. Le cœur, comme on le voit, est, en anatomie générale, une forme accessoire, et non un organe, sans la présence duquel on ne saurait concevoir la vie. Chez les animaux largement développés, il acquiert une plus grande importance que chez les animaux d'un ordre moins élevé, parce qu'il affecte des formes et des dimensions plus caractéristiques. Mais lorsqu'on cherche à arriver à la loi physiologique de la circulation, il faut avoir grand soin de se défaire de toutes ces idées de l'école, et surtout de ces formules de langage qui ne sont empruntées qu'à un seul ordre d'animaux; et il serait à désirer même, sous ce rapport, que l'enseignement élémentaire réformât

complétement son langage; il ne sert qu'à jeter de l'obscurité sur une question bien simple, et à rendre difficile à comprendre le mécanisme le moins compliqué que nous connaissions. La nomenclature, en effet, prenant le cœur pour point de départ de la circulation, a consacré l'expression de veine, à désigner tout vaisseau qui porte le sang d'une région quelconque vers le cœur, et l'expression d'artère, à désigner toute espèce de vaisseau qui porte le sang du cœur vers une région quelconque. De là il est arrivé que le sang veineux se trouve tantôt dans une veine, tantôt dans une artère, dans la veine cave, qui apporte le sang de la périphérie au cœur droit, et puis dans l'artère pulmonaire, qui porte le sang veineux du cœur vers les poumons; et qu'on trouve le sang artériel dans la veine pulmonaire, qui rapporte le sang du poumon au cœur gauche, pour porter ensuite le même sang du cœur gauche dans l'aorte. Pour réformer une nomenclature aussi embrouillée et aussi peu applicable à l'ensemble du règne animal, prenons les poumons pour point de départ de la circulation; considérons les deux cœurs comme deux anses à parois plus musculaires que les autres, comme deux reposoirs plus énergiques, car ils sont libres par une plus grande partie de leur surface, comme deux anfractuosités de deux canaux parallèles et contigus, l'un veineux depuis les capillaires des extrémités du corps jusqu'aux capillaires du réseau pulmonaire, et l'autre artériel et hématosé depuis les capillaires du réseau pulmonaire jusqu'aux capillaires des extrémités ou de la périphérie du corps; et dès ce moment, l'artère pulmonaire se nommera avec raison veine pulmonaire, et la veine pulmonaire se nommera artère pulmonaire; et c'est un grand pas en physiologie que d'avoir réformé le langage; c'est avoir réformé de fausses idées, qui restent fausses, en dépit de toute explication ultérieure.

3491. L'organe de la respiration est le levier de la vie; tout ce qui intercepte le bienfait de cette mystérieuse élaboration cause la mort; vous pourrez priver impunément un animal de l'une des extrémités appendiculaires; mais vous ne le priverez jamais impunément de l'une quelconque des portions qui établissent une communication essentielle entre les deux courants inverses et juxtaposés. Et sous ce rapport, le cœur n'a pas plus de privilége que la veine cave, que l'aorte, que la veine ou l'artère pulmonaire; la suppression de l'une quelconque de ces branches de la vascularité intercepte l'hématose, et frappe de mort les tissus.

3492. C'est l'aspiration pulmonaire qui attire le sang et lui imprime l'impulsion en vertu de laquelle il circule. La suppression complète de la respiration frappe de mort comme la foudre; car la circulation est dès ce moment condamnée au repos, elle manque de toutes les qualités par lesquelles les cellules des tissus se revivifient. La suppression du cœur n'éteint pas tout à coup la vie; elle l'appauvrit plus vite chez tels animaux que chez tels autres; et chez la grenouille, après lui avoir extirpé le cœur, on aperçoit encore la circulation s'opérer plus ou moins régulièrement, ou par saccades plus ou moins brusques.

3493. INTRODUCTION DE L'AIR DANS LES VEINES. — Les chirurgiens n'ont été que trop souvent témoins de cet accident, dont les effets sont si terribles. Malheur à eux, si par l'ouverture béante d'une veine, il s'introduit une certaine quantité d'air; le malade perd connaissance, il frissonne, il éprouve des vertiges, il appelle à son secours, il étouffe, et le chirurgien n'opère plus que sur un cadavre. L'explication de ce phénomène, si embarrassant sous l'influence des idées classiques, découle si naturellement des principes développés dans cet ouvrage, que je ne sache pas d'objection possible contre elle. Les parois des veines sont douées de la faculté de l'aspiration, ainsi que les parois de tout vaisseau; car les cellules qui les composent ne sauraient s'alimenter que par aspiration. Mais si tout à coup le liquide circulant venait à s'épuiser, elles s'aspireraient elles-mêmes, elles s'agglutineraient nécessairement entre elles; et alors le canal circulatoire serait oblitéré! Un tel accident serait, sans aucun doute, de peu d'importance, s'il arrivait dans une région extrême, sur une extrémité: il n'affecterait qu'un organe d'une importance secondaire, et le sang n'y reviendrait pas moins par une autre voie, après s'être revivifié au poumon. Mais si l'accident arrive sur une veine d'un certain calibre, et dans le voisinage du poumon, il s'ensuivra une suppression de l'aspiration même: suppression mortelle, si elle est complète, douloureuse et pénible, mais de peu de durée, si la suppression n'atteint pas tout l'organe à la fois. Car poussé à la suite du sang veineux par le poids seul de l'atmosphère, dans le premier instant, l'air tiendra les parois du vaisseau écartées; mais il ne tardera pas à être absorbé par ces parois, qui dès ce moment se rapprocheront d'une manière irrévocable; la circulation ne trouvera plus d'issue par ce point, et si ce point s'étend sur tout le réseau pulmonaire,

l'animal mourra asphyxié. Ouvrez une veine d'un faible calibre d'un animal, injectez-y de l'air et retrouvez-le ensuite; vous chercherez en vain une cavité dans le vaisseau; les parois s'en seront agglutinées, pourvu que leur épaisseur ne soit pas assez forte pour les tenir écartées.

3494. En conséquence, les effets de cet accident varieront selon que la région affectée sera plus ou moins éloignée de l'organe pulmonaire; selon que la veine sera d'un plus ou moins grand calibre; enfin toutes choses égales d'ailleurs, selon les espèces d'animaux; la veine de même nom se trouvant chez l'une à une distance du poumon plus grande que chez l'autre, et sa capacité de saturation pour l'air, si je puis m'exprimer ainsi, se trouvant plus forte chez l'une que chez l'autre (*).

3495. RAPPROCHEMENT DES SURFACES AMPUTÉES; GREFFE ANIMALE. — Nous avons vu (1563) que les muscles sont des organes composés d'emboîtements indéfinis de cellules allongées; le muscle étant pris pour une grande cellule, engendre dans son sein des cellules secondaires, qui engendrent dans leur sein des cellules tertiaires, et ainsi de suite, jusqu'à la dernière de toutes, qui est la plus centrale et la plus courte de toutes. L'instrument tranchant qui intéresse une couche d'un muscle, n'atteint pas pour cela toutes les cellules élémentaires, et il en est une foule qui, après l'amputation de la masse, n'en conservent pas moins toute leur intégrité. Celles dont la lame aura tranché l'unité, seront, il est vrai, frappées de mort, et tendront dès ce moment à se décomposer, comme se décomposent les tissus animaux : en pus au contact de l'air, en sucs susceptibles d'être résorbés, s'ils sont protégés suffisamment contre le contact de l'air et de la lumière. Quant aux cellules douées de toute leur intégrité, il suffira de les replacer dans les mêmes circonstances qu'auparavant, pour qu'elles continuent à vivre; il suffira qu'elles soient plongées dans la même obscurité qu'auparavant et dans le même milieu humide. Mais douées qu'elles sont de la faculté de vivre, elles seront douées éminemment de la faculté d'aspirer; et en vertu du mécanisme dont nous avons parlé ci-dessus (3493), elles s'aspireront elles-mêmes, elles s'agglutineront ensemble, là où aucun liquide ne viendra fournir des matériaux à leur élaboration et les tenir écartées. De là, soudure de plus en plus complète de toutes les parois accolées ensemble; en sorte qu'à la longue tous ces lambeaux épars ne formeront plus qu'un seul et même tissu, comme si jamais la moindre solution de continuité n'avait divisé ces parties; la trace du retranchement ne sera que superficielle. De là la nécessité de diviser les lambeaux, de manière qu'ils puissent s'appliquer les uns contre les autres par les régions homogènes, sans vide, sans lacune, et par le mécanisme le plus capable de les soustraire à l'action de l'air et du hâle. De là la nécessité de les débarrasser de tout ce qui ne tient à rien, et ne reçoit plus la vie d'aucun côté, et de tout, enfin, ce qui serait un obstacle au rapprochement des tissus, sans y contribuer pour son propre compte.

3496. La cicatrisation des plaies est une greffe animale, qui s'opère par les mêmes procédés et par les mêmes lois que la greffe végétale, par la mutuelle aspiration des cellules de même nom, par l'agglutination des cellules allongées et musculaires; car c'est par ces organes que tout être croît et se développe.

3497. STRUCTURE INTIME DES VAISSEAUX. — Les auteurs d'anatomie spéciale ont cherché à distinguer, par des noms spéciaux, les diverses couches de tissus qui rentrent dans la structure d'un

(*) Bouillaud vient de faire, à l'Académie de médecine, un rapport rédigé avec autant de conscience que de talent, sur la question de l'*introduction de l'air dans les veines*, et sur les expériences qu'Amussat a exécutées à cette occasion en présence des commissaires. Ce rapport a donné lieu à une discussion qui s'est prolongée pendant plusieurs séances. et à laquelle ont pris part, entre autres membres, Velpeau, Blandin, Gerdy, Barthélemy, Chervin, etc. [Voy. *Bulletin de l'Académie de médecine*, tom. II, pag. 182 et suiv., janvier 1838.] Il a été démontré, par cette discussion, que l'Académie est partagée en deux camps, dont l'un croit et l'autre nie le fait en lui-même. La théorie de l'aspiration des parois vasculaires, qui nous semble donner la raison péremptoire du problème, n'a pas encore fixé l'attention des médecins d'une manière spéciale. Elle aurait coupé court aux dénégations, si elle avait été formulée par l'un des membres académiques. En effet, les parois des veines aspirant le liquide sanguin, doivent aspirer tout ce qui s'introduit à la suite du liquide. Si elles sont flottantes et non bridées par un tissu rigide, dès que le sang laissera à sa suite une lacune, les parois s'aspireront elles-mêmes, pour ainsi dire, et s'agglutineront en quelque sorte. Dans ce cas, l'air ne saurait pénétrer dans leur capacité. Si, au contraire, la veine est tenue béante par l'adhérence de son tissu à des surfaces osseuses ou consistantes, les parois vasculaires ne sauraient se rapprocher entre elles par suite de leur réciproque aspiration; dans ce cas, tout liquide ambiant, tout fluide atmosphérique s'introduira, à la suite du sang, non-seulement à cause de l'aspiration des parois vasculaires, mais surtout encore par suite de la pression atmosphérique, et il serait impossible, de toute impossibilité, dans ce cas, que l'introduction de l'air n'eût pas lieu.

vaisseau en général; et pourtant il est facile de voir qu'ils n'ont jamais fait en cela que de décrire des cas particuliers. Quant à la distinction générale en surface externe ou séreuse, surface interne et épaisseur, c'est un caractère inhérent à toute espèce de lame, et de membrane, qui ne sauraient exister sans posséder ces trois rapports. Autant vaudrait-il distinguer dans un corps donné, comme caractère spécial, ses trois dimensions essentielles, largeur, longueur et profondeur. On a attribué au vaisseau une couche musculaire; sans doute, il est des vaisseaux dont les parois ont acquis assez d'épaisseur, pour présenter une organisation en apparence fibreuse; ce qui est pour les anatomistes le caractère distinctif du muscle; mais ce caractère est inhérent à la région que traverse le vaisseau, et non au vaisseau lui-même; et on peut concevoir un canal vasculaire entièrement dépourvu de ce caractère-là. On le voit en effet s'effacer peu à peu, à mesure que le torrent de la circulation se distribue entre des cellules de moins grandes dimensions; et là, au microscope, on a de la peine à distinguer quelque chose qui lui appartienne en propre. C'est un dédoublement, ce n'est plus un canal; l'anatomie, qui en général ne distingue que par les dimensions, donne à ces dédoublements le nom de vaisseaux capillaires. Mais les grands vaisseaux et le cœur lui-même ne sont pas autre chose que d'analogues capacités, que d'analogues interstices; le sang y circule seulement entre des parois plus richement organisées, et qui ne sauraient s'organiser de la sorte, sans devenir musculaires. Car nous avons vu (1563) que le muscle était un emboîtement indéfini de cellules allongées, dans le sein desquelles on remarque une spire qui est l'âme de sa contractilité. Or rien ne saurait s'organiser en cellules de développement, que sur le type de ces cellules; les cellules d'approvisionnement, celles qui forment le tissu cellulaire ou le tissu adipeux (1481), n'étant que des cellules éphémères, des cellules qui ne sont destinées qu'à se sacrifier à ces cellules de développement. Donc tout tissu qui se développe participe de la nature du muscle, et fonctionne d'une manière plus ou moins énergique, selon qu'il appartient à telle plutôt qu'à telle région, et selon qu'il est placé sous l'influence d'un plus ou moins fort courant nerveux. Mais il est évident que la puissance d'aspiration d'une paroi découle de la puissance de son élaboration (1926); en conséquence, les parois plus fortement organisées sur le type musculaire aspireront plus puissamment que les autres; et elles aspireront les produits élaborés avec une puissance consécutive. Mais si ces parois ne sont pas fixées par les couches qu'elles recouvrent, si elles forment une anse dans une cavité sous-jacente, la paroi vasculaire sera nécessairement douée de la propriété d'avancer vers la capacité du canal et de s'en éloigner alternativement, de se contracter et de se dilater; car une membrane qui attire, avance; une membrane qui repousse, recule; de là les mouvements de systole et de diastole, bien plus prononcés chez le cœur des animaux supérieurs que sur les veines et artères de petit calibre, mais dont on trouve des traces évidentes chez certains canaux vasculaires des insectes, qui n'offrent pas la moindre analogie de forme et de structure intime avec le cœur des animaux supérieurs; de là les pulsations artérielles, indices d'organes que parcourt un sang plus apte à la nutrition, laquelle n'a lieu que par aspiration et expiration.

3498. Torsion et ligature des artères. — Les chirurgiens modernes ont signalé l'immense avantage qu'offrait la torsion des artères sur la ligature, dans le but de prévenir les hémorragies. Rien n'est plus conforme à la théorie. On sait que le caoutchouc ne se soude intimement que par ses bords rafraîchis au ciseau. Nous avons reconnu la même propriété au gluten (1242); et le tissu des membranes est chimiquement identique avec l'albumine insoluble, qui elle-même est identique avec le gluten. Or la torsion qui suit une amputation met en contact, par ses bords fraîchement entaillés, la paroi du vaisseau que la ligature ne mettait en rapport qu'avec la surface vieillie de l'autre paroi; la soudure doit s'opérer plus vite et d'une manière plus complète par le premier procédé que par le second; l'un de ces procédés s'oppose dans tous les cas avec le plus grand succès aux hémorragies, que l'autre ne prévient pas toujours. Aussi, a-t-on constaté que le résultat de la torsion est d'autant plus heureux que le tissu de l'artère a été déchiré en plus de lambeaux et de lanières.

## § VIII. *Médecine légale.*

3499. En 1825, Lassaigne avait publié un travail destiné à faire distinguer les taches de sang des taches de rouille. En 1827, Orfila étendit cette idée, et entreprit de guider les chimistes experts appelés devant la loi pour reconnaître la nature et l'origine des taches que l'instruction est dans le cas de découvrir sur les armes et les vêtements

servant de pièces aux procès. Dans ce mémoire, l'auteur apprenait à distinguer une tache de sang, d'une tache de tritoxyde de fer, de la matière colorante de la cochenille, du bois de Brésil, du bois de Fernambouc et autres substances semblables; et sur l'indication des réactifs, l'auteur se faisait fort de reconnaître une tache de sang, alors même qu'elle n'aurait eu que le volume d'une tête d'épingle. Tel était alors l'esprit qui présidait aux recherches de chimie, et partant à celles de médecine légale; aux yeux du chimiste, le sang était une unité et non un mélange; il avait des caractères *sui generis*, que l'on ne soupçonnait pas même pouvoir être la somme de tous les caractères des éléments, qui rentraient dans le mélange; et le chimiste était tellement assuré de l'infaillibilité de sa méthode, qu'en l'absence de toutes les preuves d'une autre nature, et alors que la vie de l'accusé eût dépendu de la seule expertise légale, il n'aurait pas hésité à déclarer, en son âme et conscience, et en vertu de ses deux ou trois réactions chimiques, que la tête de l'accusé devait tomber. C'est une chose singulière que la manière dont la science, qui se montre si peu rassurée sur l'exactitude de ses résultats, dans le laboratoire et l'amphithéâtre, ou en présence d'un auditoire compétent, devient tout à coup hardie jusqu'à la témérité, tranchante jusqu'à l'outrecuidance, dès qu'elle se trouve seule, en face de juges incapables de la contrôler, et d'un accusé qui n'entend pas son langage. Il n'est peut-être pas une des questions qu'elle traite, qui ne soulève les opinions les plus contradictoires, dès que le hasard l'amène à l'ordre du jour de la polémique médicale; et en face des tribunaux, on ne manque jamais de voir l'expert, même le plus inhabile, donner une solution, comme si elle était la seule, et prononcer un jugement comme un article de foi! Conséquence d'une législation qui a plutôt en vue la constatation d'un fait pour arriver à la punition d'un coupable, que la constatation d'un fait, pour arriver à prévenir de pareils délits, pour améliorer le coupable et l'amener à réparer ses torts envers la société. Du premier point de vue, la législation doit s'adjuger le privilége d'infaillibilité, afin d'avoir toujours l'air d'être juste, et de se soustraire à l'odieux qui s'attache à de pareilles erreurs.

3500. L'expertise légale sembla sortir comme d'un rêve, le jour où nous osâmes opposer à ce système une ou deux idées fort simples, auxquelles elle n'avait jamais songé. Nous rappelâmes que le sang, n'étant pas une unité, mais un mélange de substances, dont les principales se trouvaient très-répandues dans le commerce de la vie, la chimie légale n'avait rien fait, en donnant les moyens de distinguer le vrai sang d'avec le tritoxyde de fer, et les diverses matières colorantes végétales; qu'il était facile de prévoir que le hasard, ou la malveillance, pourraient être dans le cas d'associer artificiellement, et de la manière la plus illusoire, les éléments organiques et inorganiques que la nature a associés dans le sang, lequel, d'après les principes que nous émettions alors (*), et qui sont admis généralement aujourd'hui, n'est qu'un liquide tenant en dissolution une portion d'albumine, en suspension sous forme globulaire, une autre portion de la même substance, enfin des sels amoniacaux et terreux, et une matière colorante qui a les plus grands rapports avec les matières colorantes rouges de beaucoup de végétaux, principalement avec celle de la garance, matières colorantes qui pour nous sont l'analogue du caméléon minéral. Et en même temps pour joindre l'application à la théorie, nous faisions passer, sous les yeux des savants, des taches artificielles, qui se comportaient, avec les réactifs indiqués par Orfila dans son PREMIER MÉMOIRE, exactement comme une tache de sang ordinaire; et pourtant ces taches étaient obtenues tout simplement avec de l'albumine du blanc d'œuf et de la poudre de garance, que nous y avions plongée enfermée dans un sachet de toile. En effet, une goutte de cette substance, déposée sur un linge ou une lame métallique, prenait en séchant tout l'aspect d'une tache de sang placée dans la même circonstance; et ces taches, mises en contact avec tous les réactifs indiqués dans le PREMIER MÉMOIRE d'Orfila, se comportaient EXACTEMENT comme des taches de sang ordinaire: Lorsqu'on trempait la tache dans l'eau distillée, on voyait la matière colorante descendre au fond du vase sous forme de stries rougeâtres (641); et une espèce de fibrine blanche ductile, en filaments, restait sur le corps étranger qui en était ensanglanté. Si on agitait le vase, toute l'eau se colorait en rouge; l'ammoniaque n'altérait pas cette couleur, le chlore la verdissait et la rendait bientôt opaline; les acides nitrique et sulfurique la décoloraient instantanément, et s'ils étaient concentrés et que la substance d'essai ne fût pas très-étendue d'eau, ces acides y occasionnaient un précipité floconneux et albu-

(*) Voyez notre premier mémoire (*Journal général de médecine*, tom. CII, pag. 335, février 1828, et *Répertoire général d'anatomie*, tom. IV et V, 1827 et 1828).



mineux. L'infusion de noix de galle y produisait ce dernier effet. Si on exposait à l'action de la chaleur la lame de verre, on voyait la tache s'écailler, et la fumée ramenait au bleu le papier rougi par un acide. Enfin une goutte d'acide hydrochlorique concentrée, appliquée sur la tache desséchée, ne la décolorait pas instantanément, si la tache n'avait pas été lavée à l'eau; et si elle virait au jaunâtre ce n'était qu'au bout de dix à douze minutes, selon que la dose d'albumine, qui protége la matière colorante contre l'acide, était plus ou moins grande.

Or, le mémoire d'Orfila à la main, et avant toute espèce d'avertissement, il n'est pas un chimiste formé à l'école d'alors qui n'eût prononcé hardiment, devant la loi, que notre tache artificielle était une tache de sang. Mais, disais-je, ce mélange est bien peu compliqué; il est obtenu d'une manière assez grossière; et combien d'autres ne pourrait-on pas trouver dans la nature, et qui affecteraient encore des caractères plus trompeurs? Que de plantes à suc coloré qui n'ont pas été étudiées d'une manière comparative! et que de mélanges supérieurs à celui-là ne parviendrait-on pas à obtenir, si l'intérêt de la démonstration imposait le devoir de poursuivre ces recherches! Quoi? ne peut-il pas arriver tous les jours que la garance tombe par hasard dans de l'albumine déposée sur du linge ou la lame d'un couteau! Que de fois ces deux substances se trouvent pêle-mêle sur la même tablette! Dans combien de cas ne serez-vous donc pas exposé à venir induire en erreur la vindicte publique, et à faire tourner l'outrecuidance de l'expertise contre la vie d'un malheureux innocent!

3501. Ces paroles portèrent; car elles excitèrent un orage violent malgré leur modération. Notre mémoire, lu d'abord à la société philomathique, fit dire à haute voix à Larrey, qui était présent à la séance : *Il faut donner la publicité la plus prompte et la plus grande à ce travail.* Je l'adressai avec une certaine confiance à l'Académie de médecine; le secrétaire en donna lecture à l'assemblée, avec un accompagnement de grands coups qu'Orfila portait à chacune de nos phrases sur la table; et quand la lecture fut terminée, le professeur de chimie légale s'écria, avec l'accent plutôt d'une violente irritation que d'une conviction sûre d'elle-même : *Tout ce que dit M. Raspail, dans sa première partie, est faux.* Pour le démontrer, l'auteur apporta à la séance suivante un travail, où, amendant et corrigeant d'une nouvelle manière ses premières indications, substituant les mots *rosé* au *blanc grisâtre*, *décoloré* au mot *à peu près incolore*, etc., l'auteur se réfutait encore plus lui-même que nous ne l'avions fait. Mais cependant il fallut bien convenir que, même avec toutes ces corrections, le premier mémoire à la main, les taches artificielles se comportaient comme les taches naturelles; force fut de trouver un nouveau réactif pour distinguer les unes des autres. Vauquelin indiqua à Orfila ce réactif tant désiré, qui était que par l'ébullition le sang contractait une couleur bleu verdâtre, que ne contracte pas la tache artificielle dans le même cas; dès ce moment l'auteur triomphant, par un petit stratagème fort excusable, sans doute, dans sa position, mais que nous devions pourtant relever dans l'intérêt de la nôtre, opposait à notre réfutation un réactif que notre réfutation n'avait nullement rencontré dans le premier mémoire.

Nous lui répondîmes que nous n'avions eu à réfuter que le premier travail, et qu'il était par trop adroit de nous accuser de n'avoir pas réfuté d'abord tout ce qu'Orfila serait dans le cas de publier par la suite; qu'il nous suffisait maintenant du témoignage d'Orfila lui-même, pour démontrer combien son premier travail était dans le cas d'induire en erreur la justice, puisque l'auteur avait oublié le seul cas difficile de la question, et, d'après lui, le réactif principal en cette matière. Nous avions eu donc raison de réfuter un semblable travail, et de fournir à l'auteur une occasion de réparer cette faute.

Cependant, ajoutions-nous, le second travail d'Orfila ne doit pas être le dernier; et nous venons encore lui fournir l'occasion d'en rédiger un troisième. Car d'abord, la couleur bleu verdâtre que le sang contracte par l'ébullition, n'est telle que par réflexion et sur de grandes quantités; par réfraction, le sang, même après une ébullition prolongée, conserve sa couleur rose. Mais comment constater ce caractère sur une tache de sang de l'épaisseur d'une membrane, ou bien, comme s'en contentait d'abord Orfila, grosse seulement du volume d'une tête d'épingle? Comment faire bouillir de pareilles taches, sans les étendre, et comment en voir la couleur bleu verdâtre, quand elles sont étendues? Cependant, afin de ne laisser en rien nos taches artificielles en arrière, nous annonçâmes que par l'ébullition elles contracteraient la même couleur que le sang ordinaire, si on avait soin de déposer, dans l'albumine fraîche, un sel de fer d'un côté et un peu de tannin de l'autre, qui, en se rencontrant pendant l'ébulli-

tion, imprimeraient cette coloration à la dissolution de la tache artificielle. Enfin nous terminions en portant le défi de signaler une nouvelle réaction du sang, que nous ne fussions pas en état de reproduire dans nos taches artificielles. Jusqu'à ce jour ce défi est resté sans réponse.

3502. Mais tout cela fut imprimé dans le *Journal général de médecine,* mais rien de tout cela ne fut lu à l'*Académie de médecine;* on y écoutait la lecture des notes d'Orfila, le bureau avait ordre de supprimer la lecture de nos réponses. Orfila demanda qu'on nommât des juges pour décider la question; nous acceptâmes, mais à une condition, qui était que les juges fussent compétents et chimistes, et en aussi grand nombre que l'Académie en trouverait dans son sein; on se garda bien d'accepter la proposition; l'Académie voyait dans une question aussi grave, plutôt la position de son collègue Orfila, que la question elle-même. Le président nomma, pour faire un rapport, quatre juges seulement : Adelon, collègue d'Orfila à la Faculté; Delens, membre du conseil royal de l'instruction publique; Villermé, qui se trouvait, par la nature de ses recherches, en rapport avec l'autorité d'alors, et un autre membre placé à la Faculté sous la dépendance d'Orfila et des autres professeurs; et parmi ces quatre juges, sans doute fort impartiaux, pas un seul chimiste, pas un membre qui se fût une seule fois occupé de la question. Nous nous rendîmes pourtant à l'invitation, après avoir fait nos réserves, et nous convînmes de la méthode à suivre pour arriver à un résultat positif. On se procura un certain nombre de lames de verre, que l'on recouvrit les unes avec du sang de pigeon, et les autres avec mes taches artificielles. Elles portaient toutes un numéro d'ordre, qui était consigné sur une feuille indiquant celles qui appartenaient au système naturel, et celles qui appartenaient au système artificiel. Je restai dépositaire de ce papier, après y avoir fait apposer la signature de ces membres. Nous laissâmes sécher spontanément ou au feu les unes et les autres de ces taches; et l'on se donna rendez-vous pour la série d'essais. Dans ces essais, on devait prendre une tache quelconque, la soumettre à l'analyse, prononcer sur sa nature, et signer la décision; alors nous devions rechercher l'indication du numéro d'ordre, et voir si la tache était réellement une tache artificielle ou naturelle. Il est évident que pour que le mémoire d'Orfila fût en défaut, il suffisait qu'une seule fois il eût porté ces quatre juges à se méprendre; car, devant la loi, on n'y revient pas à deux fois; et si l'on s'apercevait d'une erreur, ce ne serait certainement qu'après que le glaive de la loi aurait rendu les effets de l'erreur chimique irréparables. Tout cela était convenu d'abord; mais ces messieurs se ravisèrent ensuite; ils commencèrent par ne pas vouloir qu'on s'occupât du premier mémoire d'Orfila, vu que l'auteur l'avait abandonné lui-même; en même temps ils refusaient de constater, dans leur rapport, ce fait, que ce mémoire n'avait été abandonné par l'auteur que par suite de la lecture du nôtre. Mais, par un subterfuge plus curieux que les autres, tout en repoussant le premier mémoire d'Orfila, ils ne voulaient juger le nôtre qu'avec le second de l'auteur; concevez-vous? et ils nous défendaient d'ajouter à notre premier mélange la substance qui était propre à réfuter le second. « Vous avez dit, s'écrièrent-ils, qu'on ne saurait distinguer une tache de sang de votre tache artificielle. M. Orfila démontre que par l'ébullition le sang bleuit; montrez-nous cela sur votre tache artificielle. » Je le veux bien, répondais-je; mais votre collègue n'a dit cela qu'après coup; permettez-moi d'ajouter à la tache primitive ce que j'ai répondu après coup à l'auteur qui s'amendait; ou bien consignez dans votre rapport votre manière d'argumenter et de procéder à une question aussi grave. Ces messieurs n'étaient pas venus pour s'occuper de la question, mais pour faire un rapport, qui me paraissait fort avancé. Enfin, pourtant, j'obtins que, sans rien préjuger, les commissaires voulussent bien s'occuper des taches que nous avions fabriquées dans la première séance. J'en pris une que je leur offris; ils la regardèrent et me regardèrent aussi, et puis ils se regardèrent; et quand l'un d'eux eut dit : C'est une tache de sang véritable, les autres le dirent presque en même temps. Nous eûmes recours au numéro d'ordre : c'était précisément tout le contraire, c'était une tache artificielle. « Comment! comment! reprirent les juges; eh! mais c'est vrai, nous n'y avions pas fait assez d'attention; mais voyez, elle est un peu plus jaune sur les bords, un peu plus fendillée, etc. » Alors je cherchai, à leur insu, sur la liste, le numéro d'ordre d'une tache réelle, et je choisis celle qui me semblait offrir les caractères extérieurs qui dans la tache artificielle avaient paru fixer plus spécialement l'attention de ces messieurs, et je la soumis à leur examen. Ils furent pris au piége; ils la confrontèrent avec la tache artificielle, et prononcèrent qu'elle n'en différait aucunement. Je leur présentai le numéro d'ordre qui indiquait que c'était une tache naturelle. Dès ce moment ils trouvèrent entre les deux

taches des différences qui, disaient-ils, leur avaient échappé avant cette indication. Cette comédie aurait été une bonne fortune pour la cause que je défendais, si l'Académie entière avait pu se trouver au parterre. Mais je me hâtai de baisser le rideau et de partir; j'écrivis à l'Académie ce que j'avais vu. On s'attend bien que la lettre ne fut pas lue; tout le monde se tut, les juges et les parties; et je livrai à l'impression toutes les pièces du procès.

L'arène changea de place, et fut transportée dans la chaire de la Faculté. Là, armé de deux grands verres à patte, remplis, l'un de ce que le professeur appelait *le sang de M. Raspail*, et l'autre *de sang de bœuf*, Orfila en démontrait la différence avec un accent dont son auditoire n'a jamais perdu le souvenir. Nous continuâmes la mission que nous nous étions imposée, en laissant de côté toutes les fiches de consolation que nous pardonnions à l'amour-propre offensé (*); nous attendîmes du temps ce qu'il aurait été absurde, de notre part, d'attendre des hommes de l'époque; et nous n'avons pas attendu longtemps; il n'est pas aujourd'hui un bon esprit qui ne sente avec quelle réserve il faut traiter devant la loi de semblables matières. Quant aux experts, ils sont les mêmes qu'alors; choisis par l'accusation ou par l'administration de la police judiciaire, ils sont inamovibles en quelque sorte comme l'autorité dont ils relèvent; Orfila est doyen de ceux qui jugent; il est juge de ceux qui enseignent; membre du conseil royal de l'instruction publique, son livre est de droit universitaire. Cependant son livre ne fait plus foi; on décide bien encore, avec une certaine assurance, devant la loi, que telle tache est ou n'est pas du sang; mais l'expert a grand soin, avant tout, de prendre de bonnes informations auprès du juge d'instruction, et souvent même auprès de l'accusé, pour s'assurer, par une autre voie que la chimie, si l'accusé est vraiment coupable du délit; et à l'incohérence et au laconisme de son rapport, on voit bien que pour décider de la nature d'une tache rouge, il a

(*) Toutes les fois qu'à cette époque nos savants coalisés se trouvaient en défaut, ils ne manquaient pas d'avoir recours à la longue expérience de feu Vauquelin, pour intéresser d'une manière ou d'une autre le paisible vieillard dans la colère commune. Vauquelin savait beaucoup de choses; il manipulait avec patience dans le principe; mais il manquait de l'art de coordonner les faits et de poursuivre une analogie; aussi, depuis que la mort de Fourcroy l'eut abandonné à lui-même, ses travaux tombèrent dans les faits de détail, et se dépouillèrent tout à coup du cachet que la philosophie du grand professeur leur avait imprimé jusqu'alors. Vivant sur l'immense réputation que Fourcroy lui avait laissée en héritage; et ne trouvant plus autour de lui personne qui eût acquis le droit de le contrôler, il apporta dans ses travaux subséquents un abandon et un laisser aller tels, que, le plus grand nombre de fois, il évaluait les volumes à l'œil et les poids à la pointe de la lame de son couteau, et qu'ensuite il faisait concorder le calcul, en retranchant, par une espèce de compromis, un chiffre à ce résultat et un autre au suivant. Aussi il n'est pas une seule analyse organique publiée par ce vénérable vieillard qui nous ait jamais inspiré la moindre confiance; et l'expérience de chaque jour nous démontre que nous ne nous étions pas trompé.

Dans cette circonstance, Vauquelin, obsédé par tant de gens intéressés dans cette question, ne pouvait manquer de prendre parti pour l'infaillibilité de la science que la justice invoque. Il soutint qu'on était en droit, dans tous les cas, de prononcer, par les réactifs, sur la nature des taches rouges. Nous nous permîmes cette phrase à ce sujet · « Il est fâcheux qu'un chimiste aussi respectable et aussi habile que M. Vauquelin ait prêté l'autorité de son nom à un semblable système d'investigation. » Ce mot fut répété, commenté par les intéressés; et l'on obtint du vieillard une lettre que les rédacteurs du *Journal de chimie médicale* insérèrent, et à laquelle nous répondîmes, en la reproduisant textuellement, dans le *Journal général de médecine*, rédigé alors par Gendrin, *qui depuis... mais alors...* Dans notre réponse, nous rappelions que la chimie commet de trop fréquentes erreurs sur les questions qui sont soumises ordinairement à ses investigations, pour qu'elle n'ait pas à douter de son infaillibilité, dans les questions plus solennelles et plus rares, où sa sentence est dans le cas de décider de la vie d'un accusé; et nous citons un cas récent où, malgré toute son expérience, le doyen des experts devant la loi, avait déclaré avoir reconnu tous les caractères d'un vin de Mâcon ordinaire, dans le contenu de trois bouteilles, que les renseignements de police démontrèrent être un mélange d'eau de puits et d'eau-de-vie de pomme de terre colorée avec de la myrtille; le fraudeur avait même oublié de faire entrer le tartrate de potasse dans le mélange. Le fait ne fut pas nié; mais la colère de la chimie médicale dépassa toutes les bornes; elle en devint poétique. Comme monument du style et de l'urbanité de la polémique de ce temps-là, nous ne pouvons nous dispenser de transcrire textuellement un échantillon de la littérature chimique, que nous retrouvons dans le *Journal de chimie médicale* (tom. IV. pag. 255), journal rédigé alors par MM. Chevallier, Fée, Guibourt, Julia Fontenelle, Orfila, Payen, Gabriel Pelletan, Lassaigne, Ach. Richard, Robiquet, Ségalas d'Etchepare. Voici le morceau dans sa portion la plus polie :

« Le Nil a vu sur ses rivages
» Le noir habitant des déserts
» Insulter par des cris sauvages
» L'astre éclatant de l'univers.

(LE FRANC DE POMPIGNAN.)

» Le NIL, c'est le *Journal général de médecine*, le noir habi-» tant des déserts, c'est M. Raspail; les cris sauvages sont un » article de ce même M. Raspail, inséré dans le même journal, » en réponse à une lettre de M. Vauquelin, publiée dans le » *Journal de chimie médicale*, mai 1828. »

Il nous a fallu plus d'une année pour façonner ces braves gens à un autre genre de polémique; et encore a-t-il été besoin que la plupart d'entre eux prennent des secrétaires, qui coûtent fort cher à l'État. Ce n'est pas la première fois que les nègres ont fini par humaniser les blancs.

eu beaucoup plus recours aux renseignements de la procédure qu'aux réactifs de la chimie (*).

3503. Nous portons encore le défi de 1827 à MM. les experts; s'ils veulent obtenir une indemnité pour les frais d'expérience, et s'ils veulent soumettre les essais à des juges compétents choisis par chaque partie, nous nous faisons fort de tromper leurs réactifs plus d'une fois par séance, avec des taches que nous composerons, comme nous l'entendrons, avec des substances répandues dans le commerce; mais on prendra, contre les subterfuges et les restrictions mentales, et contre le servilisme ou la vénalité des journaux de science, toutes les précautions convenables.

3504. Après que l'Académie de médecine eut protégé de son silence le membre intéressé dans la question, que le *Journal de chimie médicale* eut vengé son collaborateur, Barruel, expert assermenté devant la loi, et préparateur des cours d'Orfila, voulant à son tour défendre les principes de son professeur, renchérit sur la hardiesse du maître, et annonça que, sans autre réactif que son odorat, il se faisait fort de distinguer, devant la loi, le sang d'homme de celui des animaux, et de celui de la femme même. Le procédé était à la portée de tout le monde; il suffisait de verser de l'acide sulfurique concentré sur le sang soumis à l'expertise, et de flairer; à l'odeur seule que dégageait la présence de l'acide sulfurique, on devait distinguer à l'instant le sang de l'homme, celui de la femme, le sang du pigeon, le sang de bouc, et quelques autres sangs dont la liste n'était pas fort nombreuse.

3505. Véritablement, là, et sans personnalité aucune, quand on est forcé de réfuter sérieusement des enfantillages chimiques, au bout desquels se trouvent des conséquences si dangereuses, tenez, vraiment la rougeur monte au front, et la sueur coule en grosses larmes du visage. Concevez-vous bien l'état de la question? Un homme flaire devant la loi; et s'il déclare sentir mauvais, une tête tombe! Oh! chimistes civilisés, vous frémissez pourtant d'horreur, quand vous lisez, dans l'histoire des druides, que le prêtre cherchait à lire, à flairer dans les entrailles d'un animal immonde, la culpabilité ou l'innocence de l'accusé! Pardon, maintenant je vais être calme.

3506. Invoquer l'odorat comme un réactif, c'est faire appel à un organe dont les indications varient à l'infini, selon les individus et selon même les dispositions de l'individu. Un coryza peut réduire au silence l'organe le plus exercé; un nez fétide peut altérer les odeurs les plus suaves. Mais le sang d'un animal ne répand pas toujours une odeur identique; il ne sent pas, frais comme desséché, récemment tiré des veines ou exposé en masse liquide à l'air. Versez de l'acide sulfurique sur du sang conservé deux jours seulement dans le laboratoire, il exhalera une odeur fétide et méconnaissable. Ensuite si ce sang est tombé préalablement sur des saletés, sur du linge sale, sur des vêtements malpropres; lorsque vous chercherez à le dissoudre dans l'eau, pour l'essayer à l'acide sulfurique, ce réactif dégagera à la fois l'odeur du sang et celle de l'ordure, qui l'emportera certainement sur la première, ou bien en altérera du tout au tout l'indication. Or, de tout cela, qui vous avertira d'avance, et comment en ferez-vous la part? Du reste, avant de prononcer, même en agissant sur du sang frais, que tel sang appartient à tel animal plutôt qu'à tel autre, il faudrait préalablement avoir déterminé d'une manière précise les caractères odorants du sang de tous les animaux qui vivent autour de nous. Comment, en effet, décider que tel sang appartient à l'homme, par cela seul qu'il n'offre pas les caractères du sang de quatre ou cinq animaux? ne peut-il pas se trouver un animal, parmi les quadrupèdes, les oiseaux, les reptiles ou les poissons, dont le sang se rapproche, sous ce rapport, de celui de l'homme? On ne préjuge pas de pareilles questions, on les étudie, on les approfondit. Et parmi les animaux dont le sang ne produit que des taches du volume d'une tête d'épingle, vous avez oublié celui des insectes que l'homme est exposé à écraser le plus souvent sur ses vêtements et sur son linge, celui de la mouche et de la punaise. Mais, ne nous contentant pas de ces inductions, qui pourtant à elles seules auraient suffi pour renverser tout cet échafaudage, dans les esprits le plus puissamment prévenus, nous opposions à l'auteur les expériences les plus embarrassantes. Pressez un linge de toile sur les touffes de *satyrium hircinum*, qui abondent dans les terrains humides et sablonneux des environs de Paris, puis tachez-le avec du sang humain; lorsque vous essayerez ce sang par l'acide sulfurique, l'odeur en sera celle du sang de bouc. Déposez du sang de mouton sur la chemise portée quelque temps par une femme, l'acide sulfurique dégagera de ce sang l'odeur de la sueur de la femme. Sur un mouchoir de poche bon à mettre à la lessive, déposez un peu de sang humain; si le

(*) Voyez ce que nous avons révélé des visites des experts chimistes, auprès des accusés de la Force, dans le *Réformateur*, n° 319, 24 août 1835.

sang rencontre la place d'un crachat, l'acide sulfurique en dégagera souvent l'odeur de bouc, et souvent une odeur analogue à celle de tout autre animal. Que le sang de mouton rencontre, en tombant sur un linge, une seule trace d'excrément, l'acide sulfurique en dégagera l'odeur du sang de la vache ou du cheval. Le sang du fiévreux ne répand pas la même odeur que celui du syphilitique; celui du paysan que celui de l'homme de loisir. En sorte qu'à la faveur de cette malheureuse réaction, vous vous exposez à commettre devant la loi les erreurs les plus graves, car elles sont les plus irréparables; à livrer au glaive de la justice la personne la plus innocente, et à faire absoudre le plus coupable aux dépens de l'homme le plus étranger au délit.

Enfin, pour couper court au subterfuge de la polémique, nous distribuâmes cette réfutation (*), qui était un défi chimique, aux juges et jurés chargés d'une affaire capitale, dans laquelle Barruel figurait comme expert sur la question qui nous occupe; Gay-Lussac était juré; il joignit sa voix à la nôtre, et le jugement qui condamna l'accusé fut prononcé du moins uniquement sur les témoignages oculaires. Quelques mois plus tard, Soubeiran réfuta en son nom le travail de Barruel (**); et nous pensons que l'auteur lui-même aujourd'hui a abandonné cette malheureuse prétention de médecine légale.

Il ne faut pas perdre de vue que la loi inflige des peines contre le témoin qui s'expose sciemment à l'induire en erreur.

3506 *bis*. A l'instant où nous corrigions cette épreuve, il se faisait, à la cour d'assises, une déposition nouvelle sur les taches de sang. Elle est assez étrange pour que nous la rapportions en entier; nous l'empruntons au journal *le Droit*, 31 janvier et 2 février 1838. Un garçon jardinier est accusé d'avoir assassiné son ancienne bourgeoise, qui l'avait congédié. La justice s'étant transportée dans son nouveau domicile, « saisit » l'oreiller, la couverture de son lit, un pantalon » de velours qu'il avait jeté dans le grenier, et » deux linges cachés sous des outils de jardinage. » Les médecins désignés comme experts ONT CRU » reconnaître des taches de sang sur tous ces » objets. Suivant eux, les deux linges sont im- » prégnés du sang de femme, et ce sang n'est pas » menstruel. » Voilà ce que porte l'accusation; voici comment les experts établissent la preuve.

« MM. Ollivier (d'Angers) et Devergie, docteurs » en médecine, sont entendus; ils avaient d'abord » pensé que les taches blanches remarquées au » pantalon provenaient d'un lavage au savon. » L'accusé disait : — Je n'ai jamais savonné mon » pantalon, car il n'y avait sur lui aucune tache » de nature à exiger un lavage pareil; si mon » pantalon est décoloré, cela vient de ce que j'ar- » rose avec, et de ce que, lorsqu'il est boueux, je » le passe dans l'eau de puits. — Les deux docteurs » chargés d'examiner si l'allégation de l'accusé est » vraisemblable, ont analysé l'eau de puits de la » femme Béquerelle : cette eau contient beaucoup » de carbonate de chaux, et a pu causer la déco- » loration remarquée; de plus, les experts ont » lavé sans savon des morceaux du pantalon, pris » aux places qui n'étaient pas décolorées, et ces » morceaux ont pris la même teinte que les en- » droits où l'on avait cru remarquer d'abord des « taches de savon. Dès lors l'explication de l'accusé » est vraisemblable. »

Vous le voyez, dans leur rapport, ces messieurs affirment que des taches blanches remarquées au pantalon proviennent d'un lavage au savon. Dans leur déposition, ils ne trouvent plus de savon; et ils se mettent à analyser gravement l'eau de puits, comme si tous les puits des environs de Paris n'étaient pas alimentés par les mêmes eaux, et comme si l'eau de puits n'avait pas été analysée vingt fois avant eux; et chose étonnante! ces messieurs trouvent que l'eau d'un puits des terrains tertiaires parisiens renferme du carbonate de chaux! Je suis tant habitué aux bizarreries de la médecine légale que je m'attendais à apprendre que cette eau de puits ne renfermait pas de traces de calcaire. C'est fort heureux. Quoi qu'il en soit, il n'en est pas moins vrai que la médecine légale avait pris d'abord, pour du savon ou pour l'effet du savon, ce qui n'était que du calcaire ou l'effet du calcaire; et sans l'explication de l'accusé, elle ne se serait pas aperçue de son inconséquence. L'AVOCAT GÉNÉRAL reprend en ces termes :

« L'accusation suppose que Beauvais a fait » disparaître la chemise qu'il portait le jour du » crime, parce que cette chemise était ensan- » glantée. Eh bien! on l'a arrêté deux jours après » le crime; sa chemise lui a été ôtée le lendemain; » si elle est trop sale pour n'avoir été portée que » trois jours, la charge qui s'élevait contre lui » disparaît. Nous voudrions savoir l'opinion de » MM. les docteurs à cet égard.

(*) Imprimé dans les *Annales des sciences d'observat.*, t. II, pag. 133, 1829.

(**) *Annales des sciences d'observation*, tom. II, p. 466, 1829.

» MM. Devergie et Ollivier (d'Angers) examinent la chemise; l'un pense qu'elle a dû être portée plus de trois jours, l'autre huit jours au moins. »

Entre trois jours et huit jours, il y a encore quatre manières de répondre en médecine légale : êtes-vous pour quatre jours, pour cinq jours, pour six jours, pour sept jours? la justice vous écoutera avec la même bienveillance; parlez, pourvu que vous soyez expert assermenté. Mais comment les deux experts ont-ils reconnu ce qu'ils affirment? Est-ce au jour? l'un s'est-il placé à un jour plus favorable que l'autre? l'un a-t-il le sentiment de la couleur plus prononcé que l'autre? Est ce à l'odorat? S'il s'agit d'odorat, ces deux messieurs doivent se récuser et céder la place à Barruel. Nous transcrivons :

« M. Barruel, chef des travaux chimiques à l'école de médecine de Paris, est entendu, et répond en ces termes aux demandes du président :

» *D*. Vous avez examiné des taches de sang qui se trouvent sur la couverture du lit de l'accusé; quel a été le résultat de votre observation? — *R*. J'ai, non pas la certitude, mais de fortes raisons de croire que ce sang est du sang de femme. Si le linge sur lequel je trouve le sang était propre et sans odeur (*), je n'aurais aucun doute. Quand on a fait l'étude de son odorat, il est facile de reconnaître si le sang qu'on examine est de tel ou tel animal; le sexe est très-reconnaissable aussi; bien plus, je ne confondrais jamais du sang de brune avec du sang de blonde, du sang de rousse avec du sang de brune (**). Il n'est personne de vous qui n'ait remarqué au bal quelle différence il existe entre l'odeur d'une femme et celle d'une autre (***). Cependant, vu l'état de malpropreté de la couverture (****), je craindrais de donner mon opinion comme ayant un caractère complet de certitude; et pourtant, j'ai vu plus de deux mille sangs d'hommes, et jamais je ne les ai confondus avec du sang de femme.

» *D*. Ce sang pouvait-il provenir de menstrues? — *R*. Impossible; le sang qui provient de la menstruation est parfaitement reconnaissable.

» *D*. Les diverses taches de sang remarquées sur la couverture étaient-elles de la même époque? — *R*. J'ai cru remarquer qu'elles étaient d'époques différentes.

» *D*. Vous avez examiné de petits linges ensanglantés? — *R*. Ces linges portent des taches, non de sang pur, mais d'un mélange de sang et d'eau.

» *Me Lapeut*. — Est-ce du sang d'enfant?

» *Le témoin*. — C'est possible; mais alors ce serait du sang de garçon et non de fille. (Marques d'étonnement.) »

Oui, marques d'étonnement et d'indignation; mais cela ne suffit pas, MM. les jurés; dans cette cause-ci, vous avez pris en pitié la chimie légale; l'avocat général!!! a proclamé l'innocence de l'accusé; vous avez rendu un verdict d'acquittement, parce que vous n'avez écouté que votre conscience et votre bon sens. Cependant, si l'odorat de cet homme, que la loi paye comme expert, jouissait du talent de divination qu'il s'attribue, vous auriez dû condamner à mort l'accusé; car, vous l'avez entendu, le sang que l'odorat légal a cru flairer, était un sang de femme; et ce n'était pas un sang menstruel. Grâces à vous d'avoir repoussé, de la liste des témoignages, un charlatanisme qui nous semble une insulte à la raison, une insulte à la justice. Mais, messieurs les jurés, qui vous a dit que le bon ange qui vous a inspirés assiste toujours ceux qui vous succèdent sur vos siéges; et, pourquoi ne pas faire servir l'heureux résultat de votre propre expérience, à éclairer la religion de ceux qui jugeront après vous? Appelez donc de tous vos vœux la réforme complète de l'expertise légale. Cette institution est en opposition flagrante avec l'esprit de notre législation pénale, avec l'institution du jury. En effet, tout débat doit être contradictoire; la défense doit jouir des mêmes priviléges que l'accusation; elle récuse comme celle-ci; elle oppose les témoins à décharge aux témoins à charge. Et pourtant

(*) Dans le principe, Barruel n'avait nullement fait attention à cette circonstance. Il n'avait établi son système que sur du sang tiré fraîchement de la veine. Il ne commettait alors qu'une inconséquence; aujourd'hui qu'il est averti, il en commet deux, et elles sont graves.

(**) Quand on lui aura dit d'avance que tel sang provient d'une saignée pratiquée sur une blonde ou sur une rousse.

(***) Et il n'est personne qui n'ait remarqué que ces différences sont infinies, en sorte qu'il n'est peut-être pas trois femmes à sueur odorante, qui offrent la même odeur.

(****) La couverture de laine la plus propre ne laisse pas que d'avoir une odeur de suint, qui ne saurait manquer d'altérer ou de modifier l'odeur du sang servant de pièce de conviction. Nous avons souvent eu l'occasion de remarquer que les gilets de flanelle neufs communiquent, à la sueur qui les imprègne, une odeur tout à fait méconnaissable. L'odeur de la sueur varie, selon que le linge a été porté plus ou moins longtemps, qu'il est de toile ou de calicot.

elle est privée d'opposer les témoins de son choix, au plus grave des témoignages, à celui des experts assermentés devant la loi ! Là cesse toute justice. Un juge d'instruction nomme ses experts pour éclairer ses poursuites ; c'est son droit ; mais que l'accusé puisse contre-balancer la déposition des experts assermentés, par la déposition des experts à décharge ; que l'expertise devienne contradictoire, comme le sont les débats ; car c'est là un droit fondé sur les règles invariables d'une éternelle justice. Si vous accordez à l'accusé le droit de la libre défense, s'il a la faculté de se choisir un avocat, il doit avoir celle d'invoquer tout ce qui peut fournir à son avocat un moyen de plus de défense, et tout ce qui peut atténuer une charge de l'accusation. L'avocat n'a pas assisté à l'événement qui motive les poursuites judiciaires : il invoque les témoins oculaires devant vous. L'avocat n'est pas chimiste, il déclare n'avoir pas l'odorat aussi subtil que l'expert appelé par l'accusation ; qu'il ait droit d'opposer au chimiste accusateur un chimiste protecteur, à l'odorat affirmatif un odorat négatif, aux raisons d'un expérimentateur présomptueux, les raisons d'un expérimentateur philosophe ; afin de rappeler à la pudeur, devant vous, l'homme qui, ayant fait serment de dire en face de la loi, toute la vérité, rien que la vérité, vient profiter de votre incompétence, pour vous donner, comme la vérité, des inductions conspuées aujourd'hui par les esprits raisonnables. Que la chimie prête son odorat, pour attester qu'un bloc de grès placé sur un tréteau, est un homme fossile, cela ne saurait nuire au musard qui donne deux sous pour entrer ; c'est une absurdité qui ne coûte qu'une obole. Mais devant la loi, messieurs les jurés, vous le savez et vous en frémissez, une absurdité se paye beaucoup plus cher ; et ensuite tout est fini, il n'est plus de restitution possible.

3507. Voilà pour la question légale ; voici maintenant pour la question chimique. Il existe dans le sang, comme dans tout liquide de nature animale, des sels ammoniacaux, et surtout des acétates et des hydrochlorates, etc. L'acide sulfurique, non-seulement s'empare des bases pour en dégager les acides, mais encore, par la haute température à laquelle il élève le liquide, il détermine l'évaporation d'une grande quantité de ces sels plus ou moins mélangés à l'albumine ou à l'huile modifiée, et même à l'acide sulfurique lui-même ; et de tout cela résulte une odeur caractéristique, mais variable à l'infini, selon les circonstances. Rappelons-nous que l'acide hydrochlorique transforme, en odeur caséique, l'odeur la plus fétide et la plus pernicieuse du gluten putréfié (1255), et nous aurons complété, par ce seul mot, la théorie de cette réaction, qui n'est rien moins que spéciale à l'acide sulfurique.

## § IX. *Examen critique des travaux académiques qui ont suivi la publication de la nouvelle théorie sur les globules du sang.*

3508. Qu'on ne s'attende pas à nous voir dépouiller, une à une, la foule des productions faciles ou de commande qui ont inondé la science depuis quelques années ; notre tâche serait aussi fastidieuse pour nous que pénible pour nos lecteurs. Le titre seul de ces écrits serait plus long que les nouveautés qu'ils renferment, et ces nouveautés ne vaudraient pas la peine d'une citation. Nos yeux se fatiguent, à ce chatoiement de tableaux synoptiques et de chiffres, qui ne représentent jamais les mêmes valeurs. Et puis, pourquoi étaler un luxe effrayant d'érudition, pour terminer par une phrase, qui réduit toutes ces idées au rôle de tout autant d'erreurs, commises pour ainsi dire sciemment et de complaisance. Laissant donc de côté, dans cette revue, les détails des assertions et les noms de la plupart des personnages, nous n'aurons en vue, en nous occupant d'un résultat bizarre ou complétement faux, que de fournir aux lecteurs les moyens d'en éviter de semblables. Du reste, les opinions que nous voyons chaque jour venir se heurter dans les académies et dans les journaux, ne sont presque que la reproduction d'opinions déjà tombées en désuétude dans les vieux auteurs, et que l'on vient successivement présenter à la haute sanction de nos sections de physiologie, lesquelles ne demandent pas mieux que d'encourager ces sortes de travaux, toutes les fois qu'ils sont dans le cas de ramener un peu d'incertitude, sur la simplicité des nouveaux résultats.

3509. La question des globules du sang a encombré de dissertations nos bibliothèques, depuis la découverte qu'en firent les premiers micrographes ; et longtemps la physiologie a attaché, à leur présence ou à leur absence, à leur structure et à leur coloration, une importance, d'où semblait dépendre le problème de la circulation elle-même. C'était alors le beau temps des productions faciles, et la physiologie en profitait largement.

1° Les observateurs admettaient tous, que les globules du même animal possèdent les mêmes

dimensions; ils apportaient, à en prendre la mesure, une patience digne d'un tout autre sujet; et il est curieux de voir avec quel désespoir ils recherchent les causes qui amènent, entre leurs résultats et ceux de leurs prédécesseurs, une si grande dissidence. D'après l'un, le globule du sang de l'homme a $\frac{1}{141}$ de ligne en diamètre, d'après l'autre, $\frac{1}{161}$; à d'autres, il offre $\frac{1}{166}$, $\frac{1}{150}$, $\frac{1}{275}$, $\frac{1}{300}$, $\frac{1}{333}$, $\frac{1}{338}$, : et Wollaston enfin, le plus précis des observateurs, leur reconnait en diamètre $\frac{1}{416}$. Pour éviter aux élèves l'impression d'une telle discordance, nos auteurs classiques ont pris le parti de ne citer que Prévost et Dumas, à qui appartient le chiffre $\frac{1}{338}$. Comment se sont-ils assurés que ce chiffre était le plus exact? En aucune façon. Ils se sont contentés de la déclaration de ces messieurs, lesquels se sont flattés d'avoir mieux mesuré que les autres; ce serait une personnalité que de douter de l'assertion; on se trouve bien mieux de la transcrire. Et à l'époque où nous publiâmes nos premières recherches (*), telle était la disposition des esprits les plus positifs dans leurs propres travaux, que Dulong, dans la séance du 14 juillet 1827 de la Société philomathique, n'hésita pas à déclarer, tout en condamnant les expériences de médecine légale d'Orfila (3499), qu'il conseillait comme un moyen infaillible de reconnaître le sang humain devant la loi, la mesure des globules: « Ce mode d'examen, ajouta-t-il, est d'autant plus précieux, qu'il suffit de quantités très-minimes pour l'employer, et qu'il ne prive d'aucune partie de la substance, pour faire l'application des procédés analytiques. » A cette occasion, Adolphe Brongniart, le collègue de Dulong, ajouta que le sang de bœuf avait pu être distingué du sang humain, à l'aide du microscope, par Dumas son beau-frère, dans un cas de médecine légale, lorsque ce chimiste était à Genève (**). Notre travail sur le sang artificiel amena Dumas à faire une rétractation authentique de cette prétention exorbitante en médecine légale (***).

3510. Il ne faudrait pas croire que la divergence, dans les nombres obtenus par les observateurs, vienne du plus ou moins d'exactitude que chacun d'eux a apportée à la mesure des globules. Le plus exact des observateurs ne trouverait pas deux fois de suite le même chiffre si l'on prenait soin de consigner les nombres qu'il aurait trouvés à chaque fois, sans qu'il lui fût permis d'en prendre connaissance à la fois suivante; et cela alors qu'il aurait recours à l'emploi du microscope, qui est le procédé le plus exact de tous. Car non-seulement il est difficile de faire la part des pénombres du globule qui débordent les traits de la division micrométrique, ou qui se confondent avec eux; non-seulement les rapports du globule au trait de la division varient, selon qu'on avance ou qu'on recule le porte-objet; mais encore, et surtout, ce à quoi les physiologistes n'avaient jamais songé, c'est que le diamètre des globules varie dans le même sang, et ensuite du sang d'un individu à un autre de la même espèce; en sorte que les globules du sang du pléthorique affectent un diamètre différent de ceux du lymphatique et du bilieux; que les globules du sang de la femme diffèrent, sous ce rapport, de ceux de l'homme adulte, et ceux de l'homme adulte de ceux de l'enfant; enfin que les globules du sang varieront en outre d'après l'état de santé et l'état de maladie, ainsi que varient à chaque essai les principes globulaires d'huile et d'albumine que j'ai appris à produire de toutes pièces (3458), selon que la température est plus ou moins élevée, que les proportions du mélange changent, et que la dose du réactif est plus ou moins forte. La mesure des globules ne saurait donc donner que des indications variables et de simples approximations; et l'on ne doit la faire entrer dans un tableau synoptique qu'avec cette signification. Aussi, depuis l'époque de cette révélation, quoique nos livres universitaires prennent encore soin de consigner scrupuleusement le tableau synoptique du diamètre des globules du sang des divers animaux, tel que l'ont dressé Prévost et Dumas, et qu'ils oublient d'avertir que ce tableau ne s'accorde avec aucun tableau des micrographes d'une autre époque; cependant les auteurs qui s'occupent spécialement de la question, même les plus dévoués envers les assemblées qui décernent des couronnes; ces auteurs, dis-je, n'attachent-ils plus la moindre importance à un caractère jadis si important.

3511. 2° Après la question relative à la mesure des globules du sang, celle qui a le plus occupé les hématologues est la question de leur structure intime. Quelques auteurs même ont été jusqu'à leur attribuer une vitalité propre et un mouve-

(*) *Journal général de médecine*, tom. CII, pag. 343, 1828.
(**) *Ibid.*, tom. III, pag. 399, 1827.
(***) *Bulletin des sciences médicales*, tom. XIV, n°s 57 et 58, mai 1828.

ment spontané ; car, disaient-ils, au sortir de la veine, on les voit tourner sur eux-mêmes, décrire un tourbillon, puis osciller et se balancer dans le liquide, les uns passant au-dessus ou au-dessous des autres, et puis revenant au même endroit. A cette époque, en fallait-il davantage pour voir dans ces mouvements une merveille, et dans ces petits corps tout autant d'animaux élémentaires? Les auteurs n'avaient pas été avertis encore que le meilleur moyen d'étudier les phénomènes des petites choses était de les comparer aux phénomènes des grandes, et que ce qui se passait dans ce petit torrent se reproduisait, avec les mêmes caractères, sur tous les corps inertes que charrie un cours d'eau, quand ce cours d'eau débouche subitement par une ouverture dans un bassin; car les corps entraînés par un tourbillon ne sauraient jamais se mouvoir en vertu d'un mouvement qui leur soit propre. Aujourd'hui nous avons un excellent moyen de reproduire, au microscope, ces phénomènes si jolis et si trompeurs pour des esprits d'une certaine trempe; c'est de faire couler, sur le porte-objet du microscope, par l'orifice d'un tube effilé à la lampe (1936), de l'eau chargée de globules intègres de fécule de pomme de terre. On croirait voir, à un grossissement exagéré, une armée innombrable de monades limpides, qui décriraient en tous sens d'admirables évolutions. Les globules du sang, au sortir d'un vaisseau, ne se comportent pas autrement et ne se meuvent pas par un autre mécanisme.

3512. 3° Les observateurs ont mille fois décidé de la forme des globules sur de simples effets de réfraction qu'ils ne prenaient pas la peine d'évaluer. Car les ombres que la réfraction dessine sur l'aire des globules, variant selon la puissance ampliative du microscope, selon l'éloignement ou l'avancement du porte-objet, selon le volume de lumière que le diaphragme laisse parvenir au globule, selon enfin que le liquide, dans lequel le globule nage, est plus ou moins dense, et plus ou moins saturé, c'est-à-dire selon que le globule tend plus ou moins rapidement à se dissoudre dans le liquide; on a décidé assez légèrement, tantôt que le globule était tranchant sur le bord, tantôt qu'il était bombé à la surface, tantôt que les deux surfaces étaient concaves (car rien n'est plus près de paraître concave au microscope, que la surface convexe d'un corps transparent, examiné par transmission des rayons lumineux). Or, puisque la méthode d'observation, exposée dans le *Nouveau système*, a donné la clef de toutes ces dissidences, il serait bon que les compilateurs se mêlassent un peu d'être observateurs, afin de ne plus s'imposer la tâche de recueillir, avec un égal respect, et les opinions des auteurs incompétents qui pullulent de nouveau dans la science, et les opinions des observateurs qui raisonnent et démontrent. La science ne doit plus tenir compte des absurdités qui ont précédé la découverte de la vérité; agir autrement c'est se montrer ou incapable ou de mauvaise foi; ce n'est pas vouloir porter de la lumière dans une question, mais l'obscurcir et l'embrouiller exprès et par ordre.

3513. 4° J'arrive à un des caractères assignés au sang, qui prouve combien on se donnait peu la peine de varier les essais, et de raisonner les résultats des expériences; je veux parler de la structure apparente des globules du sang. Nous avons vu à quoi tenait l'illusion qui avait offert un noyau, et un noyau coloré, dans le globule du sang humain et dans le globule de la grenouille. Cette opinion, aussi vieille que l'observation microscopique, est pourtant citée, dans nos livres classiques, comme appartenant en propre à Prévost et Dumas, auteurs qui ont eu le mérite de ne pas ajouter une erreur nouvelle aux anciennes erreurs Donné, à qui ses hautes fonctions ne laissent pas beaucoup de temps à consacrer à la démonstration de ses petits bouts de notes, a cherché à réfuter notre démonstration, sur l'illusion, qui fait paraître colorés en rouge les globules par eux-mêmes les plus incolores, et la Faculté qui compile sur ce point, comme sur tant d'autres, a adopté l'opinion de Donné presque le lendemain de la publication de la thèse de cet auteur. Nous avions dit que la matière colorante est suspendue dans le liquide sanguin, et que les globules incolores paraissent colorés en rouge, aperçus qu'ils sont à travers une nappe de matière colorante. L'expérience est peremptoire, lorqu'on la fait sur le sang des batraciens. Nous avions dit que les globules de batraciens se redissolvent, ou s'étendent indéfiniment dans l'eau, dont on allonge le sang. L'auteur et la physiologie de la Faculté prétendent le contraire, et voici leur raison : ils avouent que lorsqu'on met de l'eau dans du sang humain liquide, observé au microscope, les globules deviennent de moins en moins apparents au milieu du liquide; ils pâlissent et s'effacent pour ainsi dire, MAIS ON NE LES VOIT PAS SE DISSOUDRE, SE RÉDUIRE ET FORMER des stries, comme cela arrive ordinairement pour les corps vraiment solubles (*). « Je ne puis, ajoute l'auteur, mieux faire comprendre ce qui se

(*) Thèse de Donné sur les globules, pag 10, 1830.

passe, dans ce cas, qu'en disant qu'on voit ces globules disparaître aux yeux, comme une lumière qui s'éloigne peu à peu dans l'obscurité; elle s'affaiblit d'abord, les yeux ont peine à la suivre, et bientôt on la perd de vue. » Relisez bien cette démonstration, et puis demandez-vous, si vous avez compris la différence entre la solution et la disparition dans l'eau. En admettant que l'auteur ait vraiment saisi le joint, qui sépare ces deux caractères, il aurait dû du moins nous donner la clef de l'énigme. Comment! un corps disparaît à la vue sans changer de place, et il ne se dissout pas! C'est curieux. Mais ce corps, en disparaissant, ne produit pas de stries, dites-vous? Sans doute, si rien ne s'agite autour de lui; car il serait bon, avant de parler de stries, de s'être fait au moins une idée de la cause de ce phénomène d'optique. Les stries ne sont produites que par une substance qui chemine à travers une substance d'un pouvoir réfringent différente d'elle. Placez un morceau de sucre à la surface de l'eau pure, vous verrez descendre des stries vers le fond du vase. Mais déposez votre morceau de sucre dans le fond du vase, et le morceau de sucre disparaîtra à la longue, sans vous offrir la moindre strie, tant que vous n'agiterez pas l'eau. Déposez, sur l'eau du porte-objet du microscope, un morceau de sucre, il y disparaîtra peu à peu sans vous offrir la moindre strie, si vous avez soin de ne pas agiter le liquide; mais s'il y disparaît vous serez autorisé à décider qu'il s'y est dissous. En effet, un corps qui ne change pas de place, ne saurait disparaître dans un liquide, qu'en se dissolvant, vu qu'il ne saurait disparaître qu'en confondant son indice de réfraction avec celui du liquide, et que ce résultat ne saurait avoir lieu sans une association intime des deux substances. L'explication, donnée par l'auteur, dénotait donc une parfaite ignorance des phénomènes qui caractérisent la solubilité. « Mais, ajoute-t-il, pour m'assurer que, par cette disparition, les globules ne s'étaient pas dissous, je laissai évaporer, sur une lame de verre, du sang mêlé à l'eau, que je venais d'observer; il ne resta bientôt qu'une espèce de vernis transparent et entouré d'un cercle rougeâtre, dans lequel je ne pus distinguer au microscope aucune apparence de globule. C'était à la lumière solaire que j'avais jusqu'alors fait mes expériences; en y substituant celle d'une lampe ou simplement d'une bougie, j'aperçus bientôt des petits corps ronds, très-transparents, semblables à une pellicule collée à la surface du verre, et dès lors, je pensai que ce n'était autre chose que les globules du sang. » C'est encore ici, n'en déplaise au pouvoir et à la Faculté, une preuve que l'auteur n'avait certainement pas bien médité les principes d'observation microscopique, qui cependant aujourd'hui servent de guide à ceux qui observent. En effet, le sang étant un liquide albumineux charriant des globules, on ne saurait distinguer ceux-ci que tant que le sang est liquide, et ils doivent être d'autant plus visibles que le sang est plus étendu d'eau, vu que le pouvoir réfringent des globules est alors plus éloigné du pouvoir réfringent du liquide. Mais à mesure que l'eau du sang s'évapore, le pouvoir réfringent du liquide se rapproche de plus en plus de celui des globules; et lorsque la dessiccation est complète, on ne doit plus distinguer un seul globule, vu que chacun d'eux est enchâssé dans une nappe de même densité que lui; que si, ensuite, vous cherchez à les découvrir dans cette nappe, il pourra vous arriver de prendre pour les globules primitifs, toutes les bosselures de la surface. Les globules que vous signalez ne pouvaient donc pas être les globules tels qu'on les observe dans le sang liquide; cette expérience ne signifie donc rien.

Mais l'auteur tâche de la corroborer par une autre. « En observant du sang humain étendu de plus de cinquante fois son poids d'eau, et dans lequel il m'était impossible de voir des globules à la lumière du jour, je reconnus tous ces globules à la faveur d'une lampe et d'un fort grossissement, même après douze heures de séjour dans l'eau. » Ceci est absurde, j'en demande toujours pardon à la puissance occulte de la Faculté; mais vraiment, il y aurait par trop de bonhomie à réfuter, d'un ton respectueux, de pareilles assertions. Car, pour établir ce fait inconciliable avec l'idée que nous devons avoir de la propriété fermentescible des éléments du sang, il faudrait avoir eu soin de prendre exactement la mesure des globules observés avant et après les douze heures; on aurait ainsi, du moins, une certaine apparence de raison à assurer que ce sont les mêmes. Mais l'albumine liquide ne se conserve pas, sans changer de place, pour le plaisir de l'observateur; elle tend de plus en plus à se précipiter à son tour; et quand le précipité a lieu lentement, il affecte la forme globulaire. En sorte qu'au bout de douze heures, les globules qu'on aura sous les yeux pourront bien venir d'une nouvelle précipitation albumineuse, précipitation qui aura suivi la dissolution des anciens globules dans l'eau. Que si, après douze heures, vous veniez encore à étendre l'albumine d'eau, il serait fort possible que ces globules de seconde

formation se redissolvissent en partie dans l'eau. « Une once environ de sang humain, dit l'auteur, étendu de quinze à vingt fois son volume dans l'eau distillée, aussitôt après sa sortie de la veine, et laissé en contact avec elle pendant plusieurs heures, jusqu'à ce qu'on n'aperçût plus que quelques globules rares au jour, fut filtré sans avoir été battu. Il resta sur le filtre une matière plastique ayant toutes les propriétés de la fibrine, qui, mise en petite quantité sur une lame de verre, et étendue d'un peu d'eau, me présenta une innombrable quantité de globules blancs et transparents. » Nous avons suffisamment expliqué cette expérience en nous occupant de l'albumine. L'auteur n'a pas fait attention qu'en agitant le sang dans l'eau, sans le fouetter, on ne laisse pas que de coaguler une grande quantité d'albumine. Ces coagulum, en s'arrêtant sur le filtre, y prennent l'aspect de la fibrine (1501). Or un coagulum albumineux, observé au microscope, paraît pavé de globules de toutes les dimensions et de toutes les formes. « Quant aux globules de la grenouille, l'auteur ne les a pas vus se dissoudre, en les observant sur la lame du porte-objet, car il les a vus nager décolorés dans le liquide. » Sans doute, ces globules ne paraîtront pas se dissoudre à ceux qui les verront passer; et ce n'est pas ainsi qu'un observateur s'y prend pour assurer une circonstance; il y assiste depuis le commencement jusqu'à la fin. Ainsi, placez du sang de grenouille en faible quantité dans l'eau d'un verre de montre recouvert d'une lame de verre, pour prévenir l'évaporation; fixez un globule qui ne change pas de place, et venez de temps à autre l'observer, en ayant soin de prendre des mesures exactes; vous constaterez ce premier fait, que le globule augmente de plus en plus de volume; bientôt se forme un noyau plus opaque dans le centre d'une auréole transparente (3448), ou près du bord même; ensuite ce noyau devient lui-même de plus en plus transparent, et enfin le globule entier a fini à la longue par disparaître à la vue. Or il est évident qu'en décrivant l'histoire d'un seul globule sanguin, on décrit l'histoire de tous les autres. Mais après s'être mis en frais de recherches, l'auteur avoue que les globules du sang se dissolvent dans l'ammoniaque, et dans les alcalis, dans l'acide acétique et hydrochlorique; ce qui le force à nous accorder qu'ils sont formés de *fibrine*. En vérité! en vérité! mais comment comprendre quelque chose à l'observation officielle, classique et universitaire? Nous démontrons que la fibrine est de l'albumine précipitée; d'un autre côté, nous établissons que les globules sont de l'albumine précipitée sous forme globulaire. L'université arrive avec ses quatre massiers, pour nous prouver que nous nous trompons, et pour cela elle tire la conséquence de nos deux prémisses; la logique universitaire est de cette force-là. Puis, après avoir fait un pas en avant sur le terrain des concessions, elle en fait de suite une centaine en arrière, sur le terrain du roman et de l'imagination; elle jette tout à coup de côté et raisonnement et microscope; tout cela ne lui va pas; l'expérience est un cercle vicieux qui amène, malgré soi, au point que l'on voudrait effacer au prix de l'or; à bas l'expérience! Et sans l'expérience et sans la moindre raison, l'auguste mère (*alma mater universitas*) permet qu'on apprenne aux élèves l'aphorisme suivant, qu'elle souligne exprès (*): « *Les globules du sang sont pour moi des petits corps de formes lenticulaires, composés d'un tissu, d'un canevas, si je puis dire ainsi, de fibrine, dans les mailles duquel de l'albumine et de la matière colorante sont déposées.* Chacun d'eux est un corps vitré, moins la matière colorante. Considérés de cette manière, on conçoit comment il se fait que les globules disparaissent quand on les met dans l'eau; celle-ci dissout l'albumine et la matière colorante qu'elle entraîne, et il ne reste plus que le tissu de la fibrine, que l'on n'aperçoit plus au milieu du liquide, tant à cause de la matière colorante, qui se répand uniformément et qui le cache, que parce que sa puissance réfringente diffère sans doute fort peu de celle de l'eau. C'est pour cela qu'ils reparaissent aux yeux, lorsque la matière colorante s'est écoulée sur les bords de la lame de verre, et qu'on observe avec soin dans des circonstances convenables avec un bon instrument. » Il n'y a pas, dans ce tissu de phrases, une seule période qui ne dénote une irréflexion. L'auteur a-t-il vu le canevas? Non, il le suppose. A-t-il vu l'albumine sortir du canevas? Non, et d'après ses principes d'observation, il devait être impossible d'admettre qu'elle sorte, puisqu'il ne se forme pas de stries visibles. L'auteur a-t-il vu la matière colorante sortir? Non, encore. Et cependant, si une matière colorante s'échappait à travers les mailles du tissu, il devrait se produire dans l'eau des stries rougeâtres. Mais si le tissu, ou le canevas de fibrine, se vide dans l'eau, de son albumine et de la matière colorante, pourquoi ne s'en vide-t-il pas dans le sang? Mais si le canevas

(*) Loc. citat., pag. 13. Voyez *Physiologie de la Faculté*.

de fibrine se vide, pourquoi, après s'être vidé, apparait-il encore aux yeux de l'auteur avec sa forme globulaire? pourquoi l'auteur aperçoit-il des globules douze heures après? Il ne devrait plus apercevoir que des sacs vidés. Comment concevoir que la matière colorante rouge sorte du globule, pour venir ensuite le cacher ? Mais au contraire, jamais les globules ne sont plus reconnaissables que sur une nappe de liquide coloré, ou sur une lame de verre de couleur (422). Tenez, je laisse là ces choses, avec dépit de m'en être tant occupé; vraiment, je ne cède à aucun mouvement de passion, mais j'ai regret de me voir condamné à perdre tant de temps pour dépouiller des travaux empreints de tant de légèreté. Je n'ai d'autre excuse que dans la haute protection que leur accorde la docte Faculté! Ce n'est pas l'auteur que je prends ici corps à corps, c'est elle.

3514. Magendie n'a certes pas été un des premiers convertis à la cause des observations microscopiques; la plupart de ses collègues l'avaient précédé de cinq ou six ans; dès 1830, Blainville n'offrait pas une de ses leçons, sans dresser auprès de lui un riche microscope; non pas qu'il s'en servît plus qu'un autre, mais c'était un drapeau planté sur la chaire, une prise de possession d'un pays inconnu. Ce n'est qu'en 1833, dans la troisième édition de son *Précis élémentaire de physiologie*, que Magendie s'est décidé à mettre l'œil à l'oculaire, en son propre et privé nom, sur la question du sang. Voici ce qu'il a vu (pag. 234, t. I): « Pour prendre une idée plus précise de la » coagulation du sang veineux, j'ai placé, au » foyer d'un microscope composé, une goutte de » ce fluide. Tant qu'il a été liquide, il s'est montré » comme une masse rouge; mais dès qu'il a » commencé à se coaguler, les bords sont devenus » transparents et granuleux; la partie solide, » presque opaque, a formé un nombre infini de » petites mailles ou cellules, qui contenaient la » partie liquide, beaucoup plus transparente: » c'est cette disposition qui donnait, au bord de » la goutte de sang, l'aspect granuleux. Peu à peu » les mailles se sont agrandies par la rétraction » des parties solides; dans plusieurs endroits elles » ont disparu entièrement, et il n'est plus resté, » entre la circonférence extérieure de la goutte » de sang et le bord du caillot central, que des » arborisations tout à fait analogues à celles que » nous avons décrites dans la lymphe. Leurs divi- » sions communiquaient entre elles, à la manière » des vaisseaux ou des nervures des feuilles. Ces » observations doivent être faites à la lumière » diffuse ou artificielle; car la lumière directe » du soleil produit un dessèchement sans coagu- » lation. » Si le microscope ne servait à faire voir que de pareils phénomènes, il ne nous révélerait rien de plus que nos deux grands yeux. Placez, en effet, une goutte assez large de sang sur une lame de verre, et observez-la, à mesure qu'elle se dessèche, vous verrez par le retrait se tracer des interstices, qui simuleront un joli réseau; la gomme arabique et l'albumine de l'œuf formeront les mêmes fendillements (1501), qui vous offriront un réseau, d'autant plus noir, que les lignes d'espacement seront plus profondes et plus étroites. Que dis-je? après une inondation, la vase argileuse déposée à la surface, vous présentera exactement les mêmes configurations, d'autant plus jolies et plus surprenantes qu'on les observera de plus loin; et la vase, et l'albumine et la gomme, se fendillent ainsi en séchant, soit à la lumière diffuse, soit à la lumière solaire; et souvent bien mieux à la lumière solaire, qu'à la lumière diffuse. Aussi, laisserons-nous à nos lecteurs le soin de discuter plus amplement l'importance de l'observation précédente; ils arriveront à découvrir que l'auteur a mis deux fois l'œil à son microscope, l'une à la lumière diffuse et l'autre à la lumière solaire, et qu'il n'en a pas demandé davantage pour rédiger une page intéressante de son livre. Au reste, dans la plupart des vivisections, on consacre encore moins de temps à observer et à décrire; et il faut savoir gré à Magendie d'avoir traité l'observation microscopique plus scrupuleusement qu'une expérience sur l'animal vivant.

3515. Mais à l'instant où nous écrivons, une révolution académique éclate dans les globules (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, séances d'août 1837); ils se dépouillent de leur canevas, de leur albumine, de leur matière colorante, pour devenir tout autant de foyers d'infection, et donner le signe de la décomposition générale du corps. A l'aide d'un puissant et beau microscope, il sera possible à l'expert assermenté, chargé de l'inhumation des cadavres, de distinguer positivement si le corps est en proie à une léthargie ou à la mort. Il n'aura qu'à piquer la veine du cadavre, à en déposer une goutte au microscope, et il lira l'état de la vie dans les entrailles d'un globule qui dépasse à peine $\frac{1}{150}$ de millimètre; car le caractère de la décomposition est empreint, lorsqu'il se déclare, sur la transparence du globule, et aussi facile à distinguer, pour l'auteur officiel de ces merveilles, que l'était,

lors de sa modeste thèse, le caractère du canevas. Espérons qu'un auteur, encore plus officiel que lui, finira par trouver que les globules du sang, rivaux des globules du lait (3360), ne sont que des germes permanents (2064) de certains végétaux, germes que la nature condamne à n'éclore que sous les auspices de la mort et au sortir du système vasculaire! Huit jours après un autre annonce qu'il a découvert en 1837 que les globules du sang sont incolores (3451); huit jours plus tard un troisième réclame la priorité de la découverte; enfin un quatrième annonce avoir vu des globules rouges et des globules blancs.

Et c'est pour mieux amortir la presse scientifique indépendante, que nos savants libéraux encouragent et placent, sous le palladium de leur haute publicité, de pareilles révélations hebdomadaires! Courage, messieurs! changez d'idée tous les huit jours, puisque tel est votre bon plaisir; mais, en vérité, nous désespérons désormais de pouvoir vous suivre dans ces régions mouvantes; notre plume perdrait trop de temps à reprendre son sérieux, et le temps nous presse. Où pourraient vous atteindre les traits de nos personnalités? enveloppés que vous êtes de semblables nuages, nos coups de fouet frapperaient l'air en nous fatiguant le bras. Rêvez, rêvez, heureux croyants; il est des hommes à qui la fortune ne vient qu'en dormant.

Passons aux rêves chimiques.

## § X. *Revue critique des analyses chimiques sur le sang, qui ont suivi la publication de la nouvelle théorie.*

3516. Afin de mettre un certain ordre dans le dépouillement des travaux qui ont introduit dans la science le plus inextricable désordre, nous rangerons les détails de notre réfutation sous certaines rubriques, disposées de manière que chacune d'elles prépare celle qui suit.

3517. Fibrine. — Qu'Hewson ait cru entrevoir que, dans l'acte de la coagulation, les globules s'ajoutent bout à bout pour former la fibrine, cela cesse de nous frapper, en nous souvenant que l'auteur a déposé cette idée dans ses notes, qu'il ne l'a jamais publiée, et qu'elle ne se trouve que dans ses papiers posthumes. Qu'Home l'ait adoptée à sa façon, et ait bâti, sur cette base, sa théorie de la formation des tissus, cela nous étonne encore moins; Home ne se faisait pas faute d'émettre et de copier les plus étranges idées; sa riche position sociale et académique servait ensuite de passe-port à ces malencontreuses conceptions; il était cité à profusion au même titre que la plupart de nos honorables. Que Prévost et Dumas aient inondé nos livres classiques de l'opinion posthume de Hewson, qu'ils aient fait adopter par nos académies la pensée qu'en pesant la fibrine, on pesait les globules du sang, et qu'en obtenant le volume de la fibrine d'un côté et en mesurant de l'autre le volume d'un globule, le calcul était en état de donner le nombre de tous les globules répandus dans une masse de sang; cela nous paraît aussi digne d'excuse de la part des auteurs que de la part des fauteurs de ces idées; nous étions alors à une époque qui menace de revenir, et où, pour faire passer une idée de ce genre, il suffisait d'employer un certain genre de protection. Mais que, de 1830 à 1831, alors qu'on était averti du vice du raisonnement sur lequel se fondaient de si belles choses, on ait amplifié encore le sophisme; qu'on ait cherché à compter sans voir, à obtenir avec une scrupuleuse exactitude le poids d'une simple hypothèse; voilà ce que nous ne serions en état d'expliquer qu'avec des réticences qui ne pourraient que nuire au succès de l'explication. Réfutons, comme si la chose était sérieuse, et surtout comme si elle en valait la peine.

3518. Que la masse des globules se trouve dans le caillot, et partant dans la substance insoluble que l'on est convenu d'appeler fibrine, c'est un fait qu'on ne saurait manquer d'admettre, si l'on se rappelle ce que nous avons dit de la clarification et des effets immédiats de la coagulation dans un mélange (3188); mais il est évident aussi, d'un côté, que les globules que charriait le sang ne se trouvent pas tous dans le caillot; car on en observe un nombre assez considérable dans le *sérum;* et, d'un autre côté, que le caillot ne se compose pas uniquement de globules. En effet, le sang renferme, outre les globules insolubles dans ce liquide à l'état de vie, de l'albumine dissoute en grande quantité, ce qu'on peut très-bien observer au microscope, en attaquant la gouttelette sanguine par un réactif coagulant, par l'alcool, ou par un acide. On voit, en effet, un magma membraneux se former instantanément, envelopper les globules en désordre, et offrir tous les caractères de l'albumine soluble de l'œuf, que l'on coagule de la même façon. Or, lorsque le sang arrive au contact de l'air, et qu'on l'agite dans une atmosphère imprégnée d'acide carbonique et des produits de la respiration carbonique du manipulateur, l'albumine soluble dans le liquide sanguin, à la faveur d'un menstrue alcalin, doit nécessairement se coaguler par la saturation de

ce même menstrue. Partant la théorie se joint à l'observation directe pour établir, de la manière la plus péremptoire, que tout n'est pas globule dans le caillot que le chimiste pèse avec le plus grand soin; et c'est à nos yeux le comble du ridicule dogmatique que de venir dire sérieusement aux lecteurs d'aujourd'hui, sur la foi d'une simple pesée à nos grossières balances, que le sang de l'homme renferme, sur 1000 parties, 150 globules, avec une fraction de globule équivalant à 0,8453; que le sang d'un individu de quarante-cinq ans en renferme, sur 1000 parties, 132, avec une fraction de 0,820; que celui d'un individu de vingt-six ans en renfeme 128, avec une fraction de globule équivalant à 0,670; que le sang d'un individu de trente six ans en renferme 141, avec $\frac{1}{290}$ de globule; celui d'un individu de trente-deux ans en renferme 139, avec $\frac{1}{129}$ de globule, etc., etc. Et il est affligeant de voir nos livres se hérisser de tableaux, où figure une pareille valeur, avec des variations et une discordance, qui menacent de nous donner des volumes *in-folio* à dépouiller, ou plutôt à mettre au feu.

3519. Les auteurs qui prennent soin d'évaluer le nombre de ces globules sont loin de s'accorder sur les procédés de manipulation. L'un sépare le caillot du sérum aussi exactement qu'il est possible; il le lave dans un linge jusqu'à ce qu'il soit décoloré. D'après lui, les globules qui sont essentiellement colorés en rouge passent à travers le linge, et se trouvent tous dans les eaux du lavage une fois que le caillot est décoloré; il chauffe alors à 70°, recueille le coagulum formé par l'élévation de température; ce coagulum ou précipité représente pour lui la totalité des globules. Et malheureusement pour l'auteur, c'est là que doit se trouver le plus petit nombre de globules, dont la majeure partie est restée dans le caillot, renfermé avec grand soin dans un linge. On le voit, tout cet échafaudage est bâti sur une hypothèse qui attribue exclusivement la matière colorante aux globules; en sorte que le chimiste croit reconnaître leur présence à la coloration. Mais si, comme il est facile de s'en assurer au microscope, les vrais globules, ceux que charriait le sang, et non pas ceux qui se forment à l'air, et peuvent, en se coagulant, emprisonner de la matière colorante; si, dis-je, les vrais globules sont incolores, tout cet échafaudage croule à la fois.

3520. Prévost et Dumas s'y prenaient autrement pour peser en masse ces globules impondérables en détail; et Thénard, dans sa dernière édition, qui date pourtant de 1836, tome V, page 104, continue à transcrire la phrase stéréotypée dans toutes les éditions précédentes : « Le sang, considéré de cette manière, fournit d'autres aperçus » dont le plus important consiste dans l'évaluation » pondérale des globules, comparativement à » celle du *sérum*, dans lequel ils sont tenus en » suspension. Admettons, en effet, continue l'auteur classique, que le caillot qui se produit au » moment de la coagulation du sang soit imprégné de sérum, ainsi qui le serait une éponge » qu'on plongerait dans le liquide, il deviendra » facile d'obtenir le rapport exact de chacune de » ces deux matières. On aura d'un côté :

Sérum formé d'eau et de matières solides;
Caillot formé de globules et de sérum.

» En desséchant le sérum, on aura le rapport » de l'eau et des matières solides qu'il renferme :

» En desséchant le caillot, on connaîtra la » quantité d'eau qu'il contenait; et si ce liquide y » existe à l'état de sérum, il faudra défalquer, du » poids du caillot sec, la quantité de matières » solides qui aura été abandonnée par le sérum, » ce qui sera facile. Cette soustraction faite, le » poids restant sera celui des globules. En réunissant l'eau du sérum et l'eau du caillot, on aura » la quantité totale de l'eau contenue dans le sang. » Enfin les matières solides du sérum pur, plus » celles qu'on aura calculées pour le sérum contenu » dans le caillot, formeront la totalité des principes solubles dans le sang.» Voilà sans doute un programme bien arrangé sur le papier; mais voici ce qui le dérange: 1° vous n'attribuez qu'au sérum le chiffre des matières solides qui s'isolent par l'incinération. Mais est-ce que l'albumine et la fibrine ne renferment pas aussi des matières solides? Or, si le caillot, tout composé qu'il soit de globules, d'après vous, est cependant fibrineux, il a une part de matières solides que votre raisonnement attribue d'un trait de plume au sérum exclusivement. 2° Qui vous a dit que le sérum ne renferme pas de globules? L'avez-vous constaté par l'observation? Non sans doute; vous le supposez. 3° Vous supposez encore que le caillot n'est formé, en fait de substances organiques, que de globules, laissant de côté l'albumine soluble dans le sang vivant, et qui se coagule à l'air au sortir des vaisseaux, et les sels ammoniacaux et les sels à acide organique qui l'imprègnent et que l'incinération élimine également. En conséquence, tout était gratuit dans vos hypothèses, tout est faux dans vos résultats; et il serait temps que la science universitaire débarrassât enfin l'enseignement de ces ta-

bleaux, dont les chiffres se groupent avec le même luxe de régularité et de précision que dans un budget de finances, mais ne sont en définitive pas moins fictifs que dans un budget.

3521. **Matière colorante du sang.** — Nous avons vu (3468) que la chimie ne saurait définir ce qu'elle entend par matière colorante du sang; que tel chimiste la cherche par tel procédé, et tel autre par un procédé tout contraire; que pour l'un elle renferme du fer en abondance, et pour l'autre elle n'en offre pas même de traces; qu'aux yeux de l'un elle est rouge, aux yeux de l'autre elle est noire ou d'une couleur moins foncée. Il semble qu'un pareil état d'incertitude et d'insuccès commanderait une certaine réserve dans les créations nominales; car, en général, on évite de nommer ce qu'on ne connait pas. La chimie ancienne procède autrement; elle commence par imposer un nom, sauf ensuite à trouver plus tard la chose, ou à changer le nom, si la chose ne se trouve pas. C'est le drapeau par lequel l'aventurier, qui a perdu sa boussole, prend possession d'une terre qu'il ne croit pas marquée sur sa carte, et qui se trouve plus tard être le rivage de son pays natal.

Chevreul impose à cette inconnue le nom d'*hématosine* ou *hématine*, bien plus joli sans doute que celui de *sanguine* ou *sanguinosine*, qui pourtant en est la traduction la plus exacte. Mais avant lui, cette matière colorante avait pris les noms : 1° de *zoohématine* (ou *sang animal*, quoique bien des animaux aient un sang privé de matière colorante); 2° de *hémochroïne* ou *hématochroïte* (ou matière colorante du sang); 3° enfin de *phœnodine*. Mais comme nous fîmes observer que la substance revêtue de ces jolis noms n'était qu'un mélange d'albumine plus ou moins carbonisée et de matière colorante plus ou moins altérée, il fallut nécessairement, en vertu des mêmes principes de nomenclature, inventer un nouveau nom; et en laissant le nom d'*hématosine* au mélange signalé, Lecanu désigna, sous le nom de *globuline*, la matière colorante qu'il admet combinée avec l'albumine dans l'*hématosine*; plus tard, il a consenti à retirer de la science le nom de *globuline*, et à conserver à la place, par une galante abnégation, le nom imposé primitivement par Chevreul à la matière colorante du sang. Tout ce petit remue-ménage philologique ne serait que l'accessoire de la question, si la *globuline*, en reprenant le nom d'*hématosine*, avait revêtu un signalement un peu moins équivoque qu'auparavant, et si du moins il nous était permis de croire que le procédé propre à obtenir cette matière colorante du sang est plus heureux que tous ceux qui l'ont précédé dans la science. Mais il suffit d'en lire l'exposé, afin de se convaincre que c'est un des pires que nous trouvions dans les livres, car c'est le plus compliqué, et celui qui fait passer le produit par le plus grand nombre de réactions susceptibles d'en altérer la nature. « Pour se procurer l'*ex-globuline*, l'auteur versait, dans du sang de bœuf, battu et préalablement étendu de 4 à 5 fois son poids d'eau, un très-léger excès de sous-acétate de plomb, filtrait la liqueur, y ajoutait du sulfate de soude qui précipitait l'excès de plomb, abandonnait le mélange à lui-même pendant quelques heures, afin de laisser opérer le dépôt du sulfate de plomb formé, filtrait de nouveau, et obtenait ainsi une liqueur d'un très-beau rouge, retenant toute la matière colorante, et ne contenant que peu d'albumine. Par une solution suffisante d'acide chlorhydrique, il en séparait ensuite ces deux substances à l'état d'hydrochlorate et sous forme de flocons bruns, lesquels étaient recueillis sur un linge, exprimés fortement, bien séchés au bain-marie, et traités à plusieurs reprises par l'alcool bouillant; après quoi la liqueur alcoolique était mêlée avec quelques gouttes d'ammoniaque, qui la troublait, la faisait passer du brun au rose, et en précipitait la matière colorante pure, sous forme de flocons rouges, qu'on lavait à l'eau bouillante et que l'on séchait. Dans cet état, le produit se distinguait par une couleur rouge de sang à l'état humide et d'un brun rouge à l'état sec, par la grande quantité de fer qu'il renfermait, par sa solubilité dans les alcalis et dans les acides, et, surtout! par sa propriété de former avec l'acide hydrochlorique un composé soluble dans l'alcool.

Or il est facile de démontrer que ce produit est encore un mélange intime d'albumine et de matière colorante. En effet, l'albumine est rendue soluble dans l'alcool et dans l'eau bouillante par la dissolution d'un acide, et principalement par l'acide hydrochlorique étendu (1534); et il est constant que l'acétate de plomb ne précipite jamais qu'une certaine quantité d'albumine.

3522. Plus tard, l'auteur a modifié ce procédé; aujourd'hui, « pour obtenir son hématosine, il verse goutte à goutte, dans du sang privé de fibrine, et de préférence dans du sang d'homme, avec lequel l'expérience réussit le mieux, de l'acide sulfurique, jusqu'à ce que le mélange que l'addition de l'acide colore en brun se prenne en masse. Il délaye le magma formé, par l'alcool, uniquement destiné à lui faire éprouver une sorte

de retrait qui permette de le comprimer; il l'enferme dans un linge à tissu serré et l'y comprime de manière à faire écouler, avec l'alcool de lavage, toute l'eau primitivement contenue dans le sang. Le résidu, de couleur brune, est détaché du linge, divisé et traité par l'alcool bouillant, avec le soin d'aciduler légèrement les dernières liqueurs jusqu'à ce que l'alcool cesse de se colorer. De là, 1° un abondant résidu blanc, 2° des solutions alcooliques acides d'un brun rougeâtre, chargées, entre autres substances, du principe colorant rouge. On filtre après le refroidissement; on sature par l'ammoniaque, qui occasionne dans le liquide filtré un nouveau précipité (3471); le résidu est essentiellement formé de matière colorante, de matières salines, extractives et grasses; on l'épuise, par l'eau, par l'alcool et l'éther, de toutes ses parties solubles dans ces trois véhicules; on reprend par l'alcool contenant 5 pour 100 environ d'ammoniaque pure; on filtre pour la troisième fois, l'on distille ou l'on évapore les solutions, et le nouveau résidu, lavé à l'eau distillée, puis séché, est, aux yeux de l'auteur, la matière colorante pure.» Pure sans doute de tout ce qu'on lui a enlevé, mais certainement plus altérée et plus impure d'autant, qu'elle n'est dans le sang, à l'état de vie. L'auteur a substitué l'acide sulfurique à l'acide hydrochlorique, pour répondre à l'objection que nous ne cessons d'opposer à tous ces procédés. Il a pensé que l'acide sulfurique rendrait l'albumine moins soluble dans l'alcool et dans l'eau bouillante, que ne le fait l'acide hydrochlorique. L'auteur est dans l'erreur, et l'acide sulfurique ne le sauve nullement des désagréments de l'acide hydrochlorique; seulement il introduit, dans la matière colorante, plus de sels insolubles que ne le fait ce dernier réactif.

3523. Les procédés analytiques de ce genre étaient sans doute dignes d'excuse du temps de Vauquelin; mais aujourd'hui ils méritent moins d'indulgence, et ils n'oseraient pas certainement se reproduire dans les journaux scientifiques, si nos sociétés savantes n'avaient pas été instituées pour conserver toutes les vieilles méthodes, fussent-elles les plus fausses méthodes, et s'opposer aux innovations, par cela seul qu'elles sont introduites dans la science par des hommes indépendants. De l'essence de ces institutions, que les divers pouvoirs ont façonnées de longue main à toutes les servitudes, il résulte que la science et l'enseignement universitaire s'encombrent d'un fatras de contradictions, de dénominations, qu'on est forcé de traiter comme tout autant de travaux dignes d'une réfutation sérieuse. Voilà plus de six mois que la publicité hebdomadaire des séances académiques est fatiguée d'analyses sur le sang, que vraiment nous ne pouvons lire sans éprouver un sentiment indéfinissable de dégoût et de pitié. A voir comment on se rue sur ces questions depuis quelque temps, on dirait que l'Académie offre une prime aux *embrouilleurs* de la science; pardonnez-nous cet aveu, qui n'est conçu ni dans les formes parlementaires, ni dans les formes académiques; il faut savoir ce qu'il en coûte, de remuer si souvent la plume, pour transcrire des phrases, sur chaque mot desquelles on est tenté d'arrêter l'auteur, et de lui faire recommencer ses expériences une bonne fois pour toutes.

Cessez donc de publier, jusqu'à ce que vous soyez sûrs de vos résultats et de votre nomenclature; pourquoi autrement nous en voudriez-vous de ce que nous vous réfutons, quand, six mois plus tard, on vous voit vous réfuter vous-mêmes (*)?

3524. La matière colorante du sang en est un accessoire; elle est analogue à toutes les matières colorantes végétales et animales. Celui qui en aura expliqué une seule les aura expliquées toutes. Ces sortes de combinaisons inorganiques ont la propriété de se dissoudre facilement dans les sucs albumineux, et principalement oléagineux; elles nous semblent être des équivalents du caméléon minéral, ou des combinaisons de potasse et de fer, qui est, en ce cas, le succédané du manganèse. Le seul moyen de le découvrir sera de les combiner de toutes pièces, et tout nous porte à croire qu'en associant le caméléon minéral avec de l'albumine, et traitant le tout par les sels qui existent dans le sang, on arrivera à reproduire la matière colorante avec tous ses caractères; on concevra dès ce moment combien il était absurde de chercher à isoler la matière colorante du sang, en la faisant passer par une foule de réactions, dont la moindre est de nature à changer toutes les conditions de son existence.

(*) Après le fléau des improvisations hebdomadaires, est arrivé celui des compilations hostiles; espèces de salmigondis scientifiques, où le vrai se noie dans un océan de vieilles ou jeunes absurdités, enregistrées avec les mêmes signes, et transcrites avec bien plus de fidélité. Ces productions faites aux ciseaux, devraient au moins avoir le mérite de respecter les textes; et pourtant c'est le mérite qu'elles possèdent le moins. Nous ne pensons pas que la bonne méthode, qui *compile et compile*, ait fait une exception à notre égard; mais pour nous, il nous est impossible de nous reconnaître, quand elle nous cite; nous ne la trouvons fidèle que lorsqu'elle nous copie, sans nous citer.



3525. **Matière grasse du sang.** — Cette matière, signalée dans le sang par plusieurs chimistes, est révoquée en doute par plusieurs autres. Et, en effet, elle doit paraître et disparaître selon la différence des procédés. Si on attaque le sang par un acide ou un alcali, elle doit se trouver associée à l'albumine ; car elle devient dès lors soluble dans les mêmes menstrues qu'elle, et vous obtiendrez pour résidu, un mélange qui n'aura plus un seul des caractères distinctifs des deux substances. Tantôt la matière grasse apparaîtra incolore ; tantôt imprégnée de matière colorante ; tantôt libre de sels ammoniacaux ; tantôt combinée à du phosphate d'ammoniaque, et partant considérée comme phosphorée ; tantôt oléagineuse, tantôt graisseuse ; enfin jamais la même, parce qu'elle ne saurait être la même qu'aux yeux de l'observateur qui raisonne les procédés, et éclaire par l'induction le matérialisme de l'expérience. Ce que l'un nommera graisse, l'autre l'appellera *savon*, s'il l'obtient combinée avec l'ammoniaque ou la potasse ; ou bien *sérotine*, *cholestérine*, selon que la manipulation en aura plus ou moins altéré la solubilité. Ce que l'un nommera *extractif*, l'autre le nommera *osmazôme* ou *gélatine*, et le même sang, entre les mains de vingt chimistes différents, fournira des résultats analytiques tels, que sans être préalablement averti, on serait exposé à prendre ces vingt analyses, comme celles de vingt espèces différentes de sang. Ce qui doit nous dispenser de transcrire ici les diverses analyses que nous trouvons dans nos journaux scientifiques, jusqu'à ce qu'il ait plu à ces messieurs de s'accorder enfin entre eux, et avec eux-mêmes. Car, lorsqu'on a la clef des anomalies, il serait superflu de tenir compte des anomalies qui se sont présentées à chaque auteur en particulier.

## § XI. *Résumé. — Qu'est-ce que le sang d'après la nouvelle méthode ?*

3526. Le sang est un liquide destiné à fournir à l'élaboration de tous les organes divers, qui rentrent dans l'économie d'un être organisé. Sa circulation est une conséquence nécessaire de l'élaboration de ces organes ; son principal mobile est dans la respiration. Sous ce point de vue général, le sang existe autant dans les végétaux que dans les animaux, et nous avons vu un suc végétal (3466) qui pourrait être pris, au besoin, pour le sang blanc des habitants des marécages.

3527. Les principes essentiels du sang sont les mêmes pour tous les animaux et tous les végétaux : albumine, eau et sels du genre de ceux dont les tissus s'incrustent ou se forment. La matière colorante est un accessoire du liquide sanguin.

3528. L'albumine est tenue en dissolution dans l'eau du sang, tantôt à la faveur d'un acide (*acide acétique* chez les *chara*), tantôt, et plus généralement, à la faveur d'une base ou d'un sel alcalin (animaux supérieurs). Lorsque la quantité d'eau diminue, ou que l'intensité du menstrue s'affaiblit, l'albumine se précipite sous forme de globules, dont le diamètre varie selon les espèces d'êtres vivants. Le nombre de ces globules varie aussi selon les divers états de l'individu, selon que ses organes élaborent avec plus ou moins de puissance. Mais quand le menstrue est saturé brusquement, ou au contact de l'air, alors l'albumine se précipite, non plus en globules isolés, mais en magma d'une consistance plus ou moins grande, selon les espèces, et elle prend alors le nom de *fibrine*. Cette coagulation a lieu quelquefois dans les vaisseaux par suite d'un état anormal, qui introduit dans le sang de l'alcool ou un acide ; elle a toujours lieu au sortir des vaisseaux par l'influence de l'acide carbonique de l'air, ou par suite de la fermentation qui se développe tout à coup, dans le sang lui-même, que l'on tient isolé du contact de l'air, et surtout par l'évaporation du menstrue, ou par son affaiblissement.

3529. Les sels varient à l'infini de nature et de nombre selon les espèces. Ceux qui se présentent le plus fréquemment, et qui ne manquent jamais chez l'homme, sont l'hydrochlorate de soude, l'hydrochlorate d'ammoniaque, les acétates d'ammoniaque, de chaux, de soude, de potasse, le phosphate d'ammoniaque, peut-être un cyanate d'ammoniaque d'une nature particulière ; les phosphates de chaux, de magnésie ; le fer combiné avec une base alcaline d'un côté, et une certaine quantité d'albumine de l'autre (matière colorante) ; substances que l'incinération est dans le cas de décomposer de mille manières différentes, et que l'évaporation peut mélanger les unes avec les autres, jusqu'à faire revêtir à l'élément prépondérant les caractères les plus illusoires ; en sorte que l'acétate de potasse ou de soude devienne tout à coup un *lactate*, un *extractif*, ou un composé d'une dénomination toute différente.

3530. L'huile plus ou moins fluide existe dans le sang ; mais souvent à un état de mélange tel que l'analyse ne la démêle pas du résidu de l'albumine.

3531. A part la matière colorante, le lait (3360) diffère principalement du sang, par l'abondance

du précipité globulaire oléagineux. Son *caséum* est l'analogue du *caillot* du sang; son sérum est l'analogue du *sérum* du sang; et chez l'un comme chez l'autre, l'albumine existe à deux états différents, dissoute ou précipitée sous forme globulaire.

3532. En un mot, le liquide qui sert à la nutrition possède les mêmes matériaux que le liquide de la circulation ; le liquide que digère l'estomac de l'enfant, ne diffère, en rien d'essentiel, du liquide que digère en particulier chaque organe, et chaque tissu de l'organe.

3533. Sang en général =
- albumine globulaire.
- albumine dissoute et coagulable par la saturation du menstrue.
- huile en faible quantité.
- hydrochlorates, acétates, phosphates basiques, — d'ammoniaque, de soude, de potasse, de chaux, de magnésie, de fer.

Matière colorante = caméléon minéral (fer et potasse), combiné avec l'albumine qui le tient en dissolution.

3534. Il n'est pas une substance signalée sous un nom particulier par les chimistes de l'ancienne école, que l'on ne puisse reproduire, en associant de toutes pièces, deux à deux, trois à trois, etc., le petit nombre de substances renfermées dans la formule précédente.

---

QUATRIÈME GENRE.

LYMPHE.

3535. La théorie de l'organisation vésiculaire permet de concevoir qu'il n'existe pas le plus petit organe, et le plus exsangue en apparence, qui ne possède pourtant une circulation liquide ; car il n'est pas un organe qui ne soit formé par des cellules de même vitalité que les grandes cellules du corps, des cellules qui attirent le liquide en les aspirant (3487), et qui s'aspirent et s'accolent ensuite, en s'aspirant pour ainsi dire elles-mêmes. Mais cette circulation, que nous appellerions volontiers glandulaire, n'est pas en communication immédiate avec la circulation vasculaire, qui est rouge chez les mammifères ; aussi, la circulation glandulaire est incolore ; son liquide ne diffère pourtant du liquide sanguin que sous ce rapport, lorsqu'on le soumet aux mêmes procédés d'analyse et à la contre-épreuve des mêmes inductions ; partout où les chimistes ont pu en recueillir des quantités appréciables, ils l'ont appelé lymphe, et les anatomistes ont donné le nom de vaisseaux *lymphatiques*, à tout réseau vasculaire qui s'est dessiné en blanc à leurs yeux. La lymphe circule chez les vertébrés dans tout tissu non coloré en rouge; et chez les animaux à sang blanc, tout liquide circulant est lymphe. Les vaisseaux lymphatiques traversent, de leurs inextricables anastomoses, la capacité de toute glande et de toute membrane, qui chez les *vertébrés*, etc., paraît imperméable au sang coloré. La lymphe circule dans le blanc de l'œuf, dès que l'incubation exerce son influence; elle a circulé dans le tissu de la membrane amnios (2023), alors que cette membrane ne s'était pas encore amincie, en s'épuisant de ses sucs. Les vaisseaux lymphatiques se répandent tout autour du canal intestinal, et y aspirent les produits de la digestion, pour les transmettre ensuite, soit directement au canal thorachique, soit indirectement aux tissus musculaires et nerveux ambiants. La lymphe circule dans la substance des reins et des testicules, dans le cerveau, enfin dans toute glande qui s'attache par un hile à la paroi d'une capacité cellulaire ; et chacune de ces glandes peut être considérée, en quelque sorte, comme un individu parasite, qui se nourrit aux dépens de la circulation d'un autre, mais qui a sa circulation distincte et spéciale, dont l'hématose vient s'opérer au point d'insertion et d'aspiration ; comparaison qui ne doit pas être poussée jusqu'à ses dernières limites, car la circulation colorée pénètre dans les plus grosses de ces glandes, et s'y répand en un réseau assez compliqué, à travers le *hile* de l'insertion.

3536. En un mot, la lymphe est un sang blanc, observé chez les animaux dont la circulation principale est à sang rouge. Elle a, comme le sang rouge, ses globules ou albumine précipitée, son albumine dissoute, et dissoute par le même menstrue, et partant coagulable en caillot et en fibrine, dès que le liquide reste exposé à l'air extérieur ; ses sels sont comme dans le sang, des sels alcalins, des acétates, des hydrochlorates, des phosphates d'ammoniaque, de potasse et de soude, de chaux et de magnésie, dont les proportions seront nécessairement trouvées variables, selon les procédés qu'on emploiera, selon les tissus sur lesquels on opérera, et selon la dose de liquide qu'on obtiendra. Le peu d'analyses que nous possédons de la lymphe présentent déjà ces discordances sur une assez grande échelle.

---

### CINQUIÈME GENRE.

## PRODUITS DE LA DIGESTION.

3537. **La digestion** est cette élaboration spéciale à l'appareil général du canal alimentaire, en vertu de laquelle, les substances organisatrices des aliments subissent des modifications, qui les rendent propres à passer dans le torrent de la circulation, pour fournir à la **nutrition**, c'est-à-dire au **développement** et à **l'élaboration** de chaque organe en particulier. La digestion est une fonction complexe, à laquelle concourent des organes de différents noms, et des produits de diverse nature. Nous réunirons ces produits sous une seule et même rubrique, non pas à cause de leur analogie entre eux, mais à cause de l'analogie du produit principal qui en émane, qui est le chyle. Toute autre méthode qui chercherait à mettre plus de rigueur dans le classement, n'en serait que moins naturelle, par cela seul qu'elle en serait moins lucide dans la démonstration. L'ordre que nous suivons dans l'exposition des caractères de ces produits sera, pour ainsi dire, l'ordre de date des diverses phases de la digestion, en prenant pour point de départ la mastication. Après avoir ainsi épuisé l'étude successive des substances, qui concourent à façonner les aliments en chyle, nous aborderons la théorie de la digestion; puis nous passerons aux applications de ces principes, c'est-à-dire à l'alimentation.

### § I. *Étude successive des produits qui concourent à la digestion et qui en émanent.*

3538. **Salive.** — Le premier produit que rencontre l'aliment ingéré est la *salive*, liquide sécrété par l'élaboration des glandes salivaires, et avec lequel l'acte de la mastication pétrit la substance qui doit servir d'aliment. La salive est un liquide plus ou moins filant, plus ou moins saturé d'albumine soluble, plus ou moins odorant, plus ou moins riche en sels ammoniacaux et phosphorescents, selon les individus, les dispositions pathologiques de l'individu, ses habitudes, et l'heure du jour à laquelle on l'observe. Le matin, elle est imprégnée des produits de la respiration nocturne; elle est encombrée des débris de la membrane qui tapisse la langue et la cavité buccale (1898); et si on en observe une goutte desséchée sur une lame de verre au microscope, elle offre de magnifiques arborisations d'hydrochlorate ammoniacal (pl. 8, fig. 12, *d*), dont il est facile de déterminer la nature par les réactifs. Lorsque l'on s'est nettoyé la bouche ou qu'on a pris son repas, la salive s'offre plus homogène, dépourvue d'arborisations ammoniacales et moins fournie de débris d'épiderme buccal.

3539. La salive est tantôt acide, tantôt neutre, tantôt alcaline; et l'on aurait tort de voir dans ces caractères des indications de l'état pathologique du corps. Chez l'homme sain, comme chez l'homme malade, la salive varie sous ce rapport, selon les âges, les lieux, les habitudes et l'alimentation de la veille; et il arrive souvent que la variation ne provient que du réactif lui-même. En effet, supposez un sel à base ammoniacale et à acide volatil, tel qu'un acétate, un carbonate, un hydrochlorate dissous dans la salive; il arrive fréquemment que ces sortes de sels se décomposent, soit par l'influence des substances répandues dans l'air, soit par celle des substances dont le papier est imprégné, de telle sorte que tantôt l'acide finit par prédominer sur la base, et tantôt la base sur l'acide; tantôt c'est l'acide qui s'évapore ou s'absorbe plus vite, tantôt c'est l'ammoniaque. En sorte que, ainsi que nous l'avons souvent constaté d'une manière directe, on voit successivement le même bout de papier réactif rougir et bleuir, bleuir et rougir en quelques heures, et souvent en quelques minutes, par son exposition à l'air. Or, la salive étant imprégnée de ces sortes de sels volatils ammoniacaux, il s'ensuit que les papiers réactifs se comporteront avec elle, de la manière la plus variable, sans que leurs indications soient en rien le fait de la salive elle-même. Aussi, Duverney, qui le premier, en 1688, fixa son attention sur ce caractère, finit-il par ne plus y attacher la moindre importance, après en avoir constaté la variation et l'incertitude sur l'homme sain, comme sur l'homme malade.

3540. D'après Berzélius, la salive de l'homme se composerait de

| | |
|---|---|
| Eau . . . . . . . . . | 992,9 |
| Ptyaline. . . . . . . | 2,9 |
| Mucus . . . . . . . . | 1,4 |
| Extrait de viande, avec lactate alcalin . . . . . | 0,9 |
| Chlorure sodique. . . . | 1,7 |
| Soude . . . . . . . . | 0,2 |
| | 1000,0 |

Ce que Berzélius désigne sous le nom de mucus, revient évidemment, d'après son texte, à la couche épidermique qui se détache des surfaces buccales. L'auteur le recueillait sous forme de dépôt, en abandonnant la salive dans un vase de verre étroit.

Ce qu'il désigne sous le nom d'extrait de viande, avec lactate alcalin, est un mélange d'albumine rendue soluble dans l'alcool, à la faveur de l'acide acétique (3375), à l'état frais, ou à la faveur d'un acétate alcalin après sa dessiccation.

La *ptyaline* est, d'après l'auteur, une substance digne de porter le nom nouveau qu'il lui a imposé, à cause que sa dissolution dans l'eau est peu consistante, et ne se trouble pas par l'ébullition; qu'après avoir été évaporée, elle laisse la matière salivaire incolore et transparente; que si alors on verse de l'eau sur cette dernière, elle devient d'abord blanche, opaque et muqueuse, ensuite elle se dissout en un liquide clair, qui ne précipite ni par la teinture de noix de galle, le chlorure mercurique ou le sous-acétate de plomb, ni par les acides forts; caractères qui distinguent, d'après Berzélius, cette substance d'un grand nombre d'autres matières animales; mais qui en réalité ne la distinguent que comme un mélange se distingue d'un autre, dont les éléments varient en proportion. En effet, dissolvez l'albumine de l'œuf dans une eau légèrement acide ou ammoniacale, elle cessera dès cet instant de se coaguler par l'ébullition. Étendez-la d'une quantité suffisante d'eau distillée, elle cessera de se précipiter par les acides forts, car les acides forts y deviendront faibles en s'étendant à leur tour de l'eau qui étend l'albumine; il en sera de même de la noix de galle, du chlorure de mercure ou du sous-acétate de plomb, qui ne précipitent que les substances animales neutres, et surtout que celles qui ne sont pas trop étendues d'eau. Quant à l'opacité que communique à l'eau cette substance, dans les premiers moments du mélange, c'est un caractère inhérent à la solution commençante de toute substance organisatrice; ce qui n'est pas encore dissous devant nécessairement altérer la limpidité de l'eau. La *ptyaline* de Berzélius n'est donc qu'un mélange albumineux, dont l'auteur n'a pas assez cherché à se rendre compte.

3541. Gmelin et Tiedemann ont obtenu des résultats exprimés en tout autres termes, en opérant sur de la salive humaine, dont la sécrétion était provoquée par la fumée de tabac; et les auteurs n'ont tenu aucun compte de cette circonstance dans leur analyse; ils ont trouvé que la salive ainsi obtenue bleuissait manifestement le papier réactif, réaction qui manqua dans plusieurs de leurs expériences, mais qui, à leurs yeux, n'a jamais été remplacée par la réaction acide; ce qui devrait être, car la fumée de tabac est alcaline, et elle doit communiquer cette propriété à la salive, ou neutraliser son acidité, lorsque la salive se trouve naturellement dans des conditions acides. Sur 100 parties de résidu de la salive, ils obtinrent (nous transcrivons) :

| | |
|---|---|
| Substance soluble dans l'alcool, et non dans l'eau (graisse contenant du phosphore), et substance soluble tant dans l'alcool que dans l'eau; extrait de viande, chlorure de potasse, lactate de potasse et sulfo-cyanure de potasse. . . . . . . | 31,25 |
| Substance animale, précipitée de la dissolution dans l'alcool bouillant par le refroidissement; avec sulfate de potasse et un peu de chlorure de potasse. . . . | 1,25 |
| Matières solubles dans l'eau seulement; matière salivaire, avec beaucoup de phosphate, et un peu de sulfate alcalin et de chlorure de potasse. . . . . . . . | 20,00 |
| Matières qui ne sont solubles ni dans l'eau, ni dans l'alcool; mucus, peut-être un peu d'albumine, avec du carbonate et du phosphate alcalin. . . . . . . . | 40,00 |
| Perte. . . . . . . . . . . . . . . . . | 7,50 |
| | 100,00 |

Ces résultats, assez prolixes dans leur énoncé, n'ont pas été accueillis avec une grande confiance, même par les plus intrépides partisans de la méthode analytique sans façon. Pour nous, ces nombres n'indiquent partout que la même substance obtenue en plusieurs fois et sous divers volumes; et, à la place des auteurs, nous aurions réuni toutes ces phrases en une seule, que nous aurions fait suivre du chiffre 92,50 et perte 7,50 = 100,00. Que signifie, en effet, de voir figurer à chaque phrase le chlorure de potasse, le sulfate de potasse, et le phosphate alcalin? Leur citation dans une quantité indique-t-elle une combinaison de ces sels avec la substance organisatrice? Non. Peut-elle servir à faire apprécier la quantité qui en existe dans la salive? Non. Car cette quantité est passée sous silence. Qu'est-ce que la graisse avec le phosphore? Les auteurs ne l'ont obtenue qu'en opérant sur la salive d'une personne qui ne fumait pas. Mais d'où vient qu'ils ne l'ont pas cherchée dans la salive d'une personne qui fume? N'auraient-ils pas confondu avec le produit de la

salive, le produit d'une expectoration (3015)? La substance animale précipitée de la dissolution dans l'alcool, par le refroidissement, se trouve-t-elle réellement en dissolution, et non pas plutôt en suspension (27) dans l'alcool bouillant? Les matières qui n'ont été trouvées solubles ni dans l'eau ni dans l'alcool, ne sont encore ici que les débris épidermiques des cavités buccales. L'extrait de viande et les lactates ne sont que de l'albumine dissoute dans l'eau, à la faveur d'un menstrue alcalin ou acide. Mais ce qu'offrirait de plus remarquable cette analyse, serait certainement la présence du sulfocyanure de potasse, si les auteurs l'avaient constatée sur des quantités appréciables, et principalement sur la salive des personnes qui ne fument pas. Ce fut Tréviranus qui apprit que la salive rougit fortement lorsqu'on la mêle à un sel neutre de fer, réaction qui plus tard fut reproduite par l'acide prussique sulfuré de Porret. D'où Gmelin et Tréviranus, qui du reste ont vérifié cette réaction de la salive, ont conclu qu'elle était due à la présence de l'acide prussique sulfuré. Mais il est évident qu'un phénomène de coloration ne suffit pas à lui seul, pour établir un fait aussi extraordinaire, et surtout un phénomène de coloration, provenant d'un sel de fer que l'on mêle à un mélange d'albumine et de sels de toutes sortes, d'albumine surtout, qui à elle seule est capable de réduire tant de sels métalliques, et d'en livrer ensuite la base à toutes les métamorphoses des doubles décompositions. Il est vrai que les auteurs vérifièrent la réaction sur les produits de la distillation; ils épuisèrent par l'alcool de la salive desséchée, retirèrent l'alcool par la distillation, mêlèrent le résidu avec l'acide phosphorique concentré, desséchèrent le mélange au bain-marie, et trouvèrent que la liqueur, qui avait passé dans le récipient, rougissait fortement par le sel ferrique neutre. Or supposez que la salive eût contenu un nitrate quelconque; le même résultat se fût certainement reproduit; car l'acide phosphorique eût dégagé l'acide nitrique dont la réaction sur le sel ferrique neutre aurait offert le caractère précité. Une partie du produit distillé fut mêlée simultanément avec du sulfate de fer et du sulfate de cuivre, d'où résulta un précipité blanc, qui avait la propriété de rougir une dissolution acide de chlorure ferrique. D'après les auteurs, le précipité blanc ne pouvait être que du sulfocyanure de cuivre; ce qui n'est certainement pas plus positif dans tous les cas que la réaction précédente. Enfin, les auteurs n'ont jamais obtenu la substance supposée sous un volume pondérable.

Ensuite, les auteurs ont soumis aussi à l'analyse la salive du chien et de la brebis, en ouvrant le conduit excréteur de la glande parotide, et l'introduisant dans un flacon. Mais ce procédé violent ne saurait fournir un liquide, qui représente sous tous les rapports la salive ordinaire; cependant les deux analyses ressemblent assez à celle de la salive humaine; rien n'offre plus de ressemblance, en effet, que deux choses disposées dans le même désordre.

3542. CHYME. — Lorsque les aliments ont été suffisamment triturés, pétris avec la salive (*mastication*), par le mouvement combiné de la langue, des muscles de la mâchoire inférieure et de ceux des parois buccales, enfin, peut-être, par le concours d'un commencement d'aspiration que nous retrouvons sur toute la surface du canal alimentaire, les portions les mieux élaborées de cette digestion commençante sont aspirées par le pharynx (*déglutition*), puis par l'œsophage, aspiration qui chez les polypes exerce son influence sur les corps même ambiants; et ces portions viennent se réunir, en une masse commune (*bol alimentaire*), dans l'estomac, tantôt simple, tantôt multiple, dont les parois l'élaborent, en lui imprimant un mouvement de rotation sur lui-même. Le résultat caractéristique de cette élaboration est d'imprégner la masse en digestion d'une quantité considérable d'acide acétique; et dès lors le bol alimentaire est devenu *chyme* dans toutes les portions de sa substance qui ont pu se prêter à cette transformation.

3543. Le *chyme*, comme on le voit, est un mélange tout aussi compliqué que l'était l'aliment avant la déglutition. Il se compose de tout ce que la fermentation stomacale a transformé, et de tout ce que son influence n'a pu ni altérer, ni atteindre. L'acide acétique produit doit nécessairement tenir en dissolution, et rendre solubles dans l'eau, le gluten végétal, l'albumine animale (3363), et l'huile; et dès qu'il s'étend d'eau, il doit laisser précipiter ces deux substances sous forme globulaire. Cette dissolution doit être blanche et opaline, imprégnée qu'elle est des sels produits de toutes pièces ou éliminés par suite des doubles décompositions ou de la désagrégation des parois cellulaires qui les renfermaient. Si cette portion opaline était assez étendue d'eau pour prendre une forme liquide, elle aurait tous les caractères d'un sang acide, du suc qui circule dans l'intérieur du tube des *chara* (3466); et il n'est pas d'analyse

opérée à l'aide de nos procédés actuels, qui fût en état de signaler la moindre différence essentielle entre ces deux genres de liquides, élaborés par des organes si différents, et qui n'appartiennent pas au même règne. Ainsi, le CHYME peut être considéré comme un mélange de débris de tissus, et d'une dissolution acétique d'albumine, de gomme et d'huile, plus de tous les sels que l'acide acétique est en état de dissoudre, et qui se trouvaient dans les tissus; c'est un sang acide dans un *caput mortuum*.

3544. Pendant l'acte de la digestion normale, il se dégage de l'acide carbonique et de l'hydrogène; et lorsque la digestion est anomale, le gaz acide carbonique se mêle à du gaz hydrogène sulfuré, et à de l'hydrogène carboné.

3545. Le docteur Proust signala la présence de l'acide hydrochlorique dans le chyme; Children, Gmelin et Tiedemann se sont rangés de son avis. Il est vrai de dire que ces auteurs n'admettent dans l'estomac que des traces d'un acide, dont une seule goutte suffirait pour perforer les parois de l'organe, et ils ne l'admettent que sur la foi d'une réaction unique. Proust alla même jusqu'à soutenir que l'acidité du suc gastrique et du bol alimentaire ne provient d'aucun acide organique. Mais les expériences sur lesquelles ils se basent tous, sont susceptibles d'une contraire explication: ils traitent par l'eau le *chyme*, distillent et essayent par le nitrate d'argent le liquide qui passe dans le récipient; ils décident que le chyme renfermait de l'acide hydrochlorique libre, lorsqu'ils obtiennent, dans le récipient, par le nitrate d'argent, le précipité caractéristique des hydrochlorates (93). Or ce fait ne signifierait qu'une seule chose, c'est qu'il est passé dans le récipient des hydrochlorates, mais non que le bol alimentaire fût redevable de son acidité à la présence de l'acide hydrochlorique. Proust s'appuyait, sans doute, sur ce que les hydrochlorates, dont il avait constaté la présence dans le bol alimentaire, sont fixes et non volatiles. Mais rien n'est plus fréquent que de voir l'acide acétique faire passer avec lui, dans le récipient, les sels les plus fixes. Mais parmi tous ces sels, que les analystes énumèrent avec tant d'attention, il leur arrive d'en oublier toujours un, qui pourtant joue le plus grand rôle dans l'économie, qui dérange tous leurs calculs, et donne la théorie de toutes les difficultés qui les embarrassent; c'est l'hydrochlorate d'ammoniaque, qui est partout et a le malheur de n'être cité nulle part. On admettra volontiers, une fois qu'on en aura été averti, que l'hydrochlorate d'ammoniaque soit la cause de la réaction spéciale du liquide distillé. Gmelin et Tiedemann ont procédé autrement; ils ont fait avaler à un animal à jeun du calcaire, et ils obtinrent un chlorure de chaux. Or ils auraient obtenu le même sel en mettant le carbonate de chaux avec un liquide imprégné de l'hydrochlorate d'ammoniaque. Nous n'admettrons donc nullement l'acide hydrochlorique au nombre des produits caractéristiques du *chyme*, et nous établirons, au contraire, que l'acidité de cette substance n'est due qu'à de l'acide acétique, qui du reste peut en être recueilli en abondance par la distillation.

3546. Les chimistes se sont beaucoup occupés de l'étude, ou plutôt de la recherche d'un suc sécrété par les parois de l'estomac, du suc gastrique, et ils sont tombés, à cet égard, dans les plus graves contradictions; car ils ont cherché à l'obtenir par des procédés qui devaient nécessairement changer toutes les conditions de la sécrétion, et cela sous l'influence d'une idée malheureuse, qui porte presque toujours la chimie à vouloir isoler des choses, qui n'ont un caractère que par leur ensemble, et à vouloir obtenir d'un organe, des produits qu'il ne sécrète qu'avec le concours d'une foule de circonstances qu'on supprime. Sans doute, les parois stomacales sécrètent, ainsi que toutes les parois des cavités du corps (*muqueuses* ou *séreuses*), un liquide imprégné de sels et de substances organisatrices; mais, de même que chez les muqueuses et les séreuses, le liquide, pour qu'il soit normal, doit être obtenu des surfaces qui fonctionnent d'une manière normale. Prendre pour le suc gastrique normal le liquide qui suinte des parois que l'on titille avec la pointe d'un instrument, des parois stomacales d'un animal que l'on torture par le jeûne, c'est admettre tacitement que les produits morbides doivent être, en toutes circonstances, identiques avec les produits normaux des organes jouissant de toute la plénitude de leurs fonctions; ce qui est absurde et contradictoire dans les termes. Aussi en est-il arrivé que les uns l'ont trouvé neutre, les autres alcalin, les autres acide et imprégné d'acide hydrochlorique, qu'ils ont considéré comme y étant à l'état libre; et puis d'acide butyrique, sur le compte duquel nous nous expliquerons plus bas. Les uns y ont signalé la présence de l'albumine, ce qui est incontestable; les autres l'ont niée, parce qu'ils n'ont pas vu l'albumine se coaguler par l'ébullition, ce qui ne saurait avoir lieu, tant que l'albumine est tenue en dissolution par l'acide acétique (1535). D'autres auteurs ont cru entrevoir des traces d'acide hydrofluorique

dans le suc gastrique, et par conséquent dans le chyme, parce qu'ils ont observé quelques traces d'érosion sur la surface de morceaux d'agate, qu'ils avaient ingérés dans l'estomac des poules et des dindons; comme s'il ne suffirait pas du mouvement imprimé par l'estomac à ces fragments, pour qu'ils se rayent entre eux, et comme si les alcalis fixes de la bile qui remonte, dans les cas morbides, ne pouvaient pas produire ce résultat, tout aussi bien que l'acide hydrofluorique. D'autres ont cru voir des signes d'érosion sur les parois des vases en porcelaine, dans lesquels ils avaient abandonné, pendant quelques jours, le contenu du canal intestinal des poules; mais ensuite, rien de semblable ne s'est présenté d'une manière précise à l'observation des auteurs qui se sont plus spécialement occupés de ce sujet.

3547. De tous ces faits, les seuls constatés d'une manière certaine, et les seuls dont nous ayons besoin pour établir plus bas la théorie de la digestion, sont ceux-ci: par suite de l'élaboration stomacale, les aliments fermentent; la fermentation en est acide; il se dégage de l'hydrogène et de l'acide carbonique, et il reste un produit imprégné d'acide acétique.

3548. Chyle. — Le bol alimentaire ayant une fois subi, dans toutes les molécules qui en sont susceptibles, l'influence de l'élaboration stomacale, se trouve dans des conditions telles, qu'il cesse de se prêter à l'aspiration des parois de l'estomac; le chyme est alors aspiré par les premières parois des intestins, où il va subir une transformation nouvelle.

3549. Les intestins forment un canal qui, chez l'homme et la plupart des mammifères, égale six fois environ la longueur de l'individu, quoiqu'à la faveur de ses nombreuses circonvolutions il soit renfermé en entier dans la capacité abdominale, ainsi que l'estomac. Il dépasse à peine, dans son plus grand diamètre, trois ou quatre doigts chez l'homme; mais son diamètre varie dans des limites assez larges, pour avoir permis à la nomenclature de diviser en régions diverses la longueur de cet organe. Les anatomistes distinguent ainsi, chez les mammifères, et spécialement chez l'homme, six intestins, dont trois *grêles :* 1° le *duodénum*, intestin grêle long environ de 12 travers de doigt (*duodenos pollices*), ou 30 centimètres environ, et large de 1 pouce, qui commence au pylore, descend d'abord perpendiculairement, puis se dirige horizontalement de droite à gauche; à trois ou quatre doigts du pylore, il reçoit l'ouverture du canal cholédoque, qui y décharge la bile, et du canal pancréatique, qui y verse le suc du *pancréas ;* 2° le *jejunum,* intestin grêle que le scalpel trouve toujours vide (*jejunum*); il commence où le *duodenum* finit, c'est-à-dire vers le rein gauche, s'étend aux environs de l'ombilic de la longueur de plus d'un mètre, se ridant par de nombreux plis, et rapprochant ses parois internes en nombreuses valvules; 3° l'*ileum,* ainsi nommé de sa situation près des os des iles, au-dessous de l'ombilic, qui commence là où les valvules du *jejunum* finissent, et finit là où le diamètre du canal intestinal s'agrandit brusquement; sa longueur varie de 1 à 2 mètres; 4° le *cœcum*, espèce de cul-de-sac plutôt que continuation intestinale, large et long d'environ 5 à 6 centimètres, terminé par un appendice vermiforme; il s'abouche à la fois, et avec l'extrémité de l'*ileum*, et avec le commencement du *colon;* 5° le *colon*, séparé de l'*ileum* par une valvule qui prend le nom de *valvule du colon;* cet intestin est remarquable par le nombre de ses circonvolutions, qui font que cet organe passe par les régions de l'abdomen les plus opposées, allant des os des iles au rein droit, au foie, à la rate, descendant vers le rein gauche; sa longueur ne dépasse pas 40 centimètres; c'est celui dont le diamètre est le plus grand; 6° enfin le *rectum,* qui descend droit, en longeant l'*os sacrum*, de la dernière vertèbre des lombes à l'*anus,* ayant en longueur 11 à 12 centimètres (*).

3550. La surface des intestins, ainsi que celle de l'estomac, est tapissée de villosités plus ou moins simples et plus ou moins volumineuses, dont nous avons depuis longtemps démontré, et la vascularité, et l'analogie de structure avec les branchies des animaux inférieurs (**); ce sont, pour ainsi dire, des branchies destinées à aspirer, sous forme gazeuse et sous forme liquide, les produits de la double digestion, chimification et chylification. Ces organes, qui abondent dans

(*) Toutes ces longueurs varient proportionnellement à celle de l'individu; et ce sont ces rapports proportionnels plutôt que des nombres positifs que l'on devrait déterminer par des moyennes. Les anciens anatomistes exprimaient ces longueurs par le nombre de travers de doigt et de largeurs de la main (*palmes*) qu'elles renfermaient; sortes de mesures approximatives que le pauvre élève pouvait appliquer tout aussi bien que le riche, et qu'il était toujours sûr d'avoir à sa disposition.

(**) *Répert. gén. d'anat.*, tom. V, pl. X, fig. 4, 1827. *Nouv. syst. de chim. organ.*, 1re édit., pl. 8, fig. 4, 1833. — Édition actuelle, pl. 11, fig. 3 et 4.

l'intestin grêle, ce second estomac, en quelque sorte, portent les substances absorbées dans le réseau vasculaire, avec lequel leurs vaisseaux s'abouchent, pour aller décharger ce sang blanc, par les vaisseaux chylifères, dans le canal thorachique (1909).

3551. Dès que le bol alimentaire est arrivé à la hauteur de l'ouverture des canaux cholédoques et du canal pancréatique, d'acide qu'il était, il devient alcalin, le *chyme* se change en *chyle*, son acide étant saturé par l'alcali de la bile qui se mêle à lui. Le *chyle* ne se distingue pas sous un autre rapport du *chyme;* c'est un mélange, 1° de toutes les substances solubles que renfermaient les aliments, et dont l'élaboration stomacale n'a pas détruit la nature; 2° de toutes les substances insolubles qui ont résisté à l'élaboration; 3° de tous les sels ingérés ou formés par voie de double décomposition; 4° enfin surtout d'albumine dissoute, non plus par un menstrue acide, mais cette fois par un menstrue alcalin. Les parois intestinales puisent, dans ce mélange si compliqué, les sels et l'albumine dissoute, c'est-à-dire un mélange vital qui ne diffère du sang que par l'absence de la matière colorante, matière tellement accessoire au phénomène général de la circulation, qu'il est des classes innombrables en individus, chez lesquelles le sang manque absolument de ce caractère colorant. Le chyle, pris dans les vaisseaux chylifères, se présente au microscope comme un liquide laiteux, dans lequel nagent des myriades de globules albumineux, d'un diamètre analogue à celui du sang rouge du même animal.

3552. Lorsque les parois intestinales ont successivement absorbé à leur profit toute la quantité de ce sang blanc, dont la digestion duodénale a imprégné le bol alimentaire, le résidu indigestible et insoluble est rejeté au dehors, et constitue les excréments.

3553. Reprenons maintenant l'étude des diverses substances chimiques, qui concourent à la chylification, en commençant par le produit qui en émane. L'analyse du chyle faite par les méthodes anciennes offre les mêmes divergences que celle du sang, parce que les auteurs, 1° ont généralisé des nombres qui varient à l'infini, en raison des individualités, des circonstances et des procédés d'évaluation; 2° qu'ils ont commis des doubles emplois, en évaluant les résultats de l'expérience; 3° enfin qu'ils ont voulu à toute force trouver une différence intrinsèque, entre les principes constituants du chyle et du sang, en se fondant sur la différence de coloration des deux substances. Le *chyle* est un liquide blanc et opalin, à cause de la multitude innombrable de globules albumineux et oléagineux qu'il tient en suspension (3363); il est alcalin comme le sang, et verdit sensiblement le sirop de violettes; abandonné à lui-même à l'air, il ne tarde pas à se coaguler comme le sang, et à se diviser en deux portions, l'une solide (*caillot*), et l'autre liquide (*sérum*); le caillot provient de l'albumine dissoute, qui reprend son insolubilité, par la saturation de l'alcali qui lui servait auparavant de dissolvant et de menstrue. Ce caillot fibrineux, composé comme chez le sang, de l'albumine coagulée et des globules emprisonnés par l'albumine, renferme, chez le chyle, une plus grande quantité de globules oléagineux, ce qui rapproche déjà le chyle encore plus du lait que du sang. Le volume du sérum est proportionnellement plus grand que chez le sang, car le chyle est un sang encore vierge, et qu'aucun organe n'a épuisé. Les sels qu'il renferme, outre ceux qui rentrent dans la combinaison de l'albumine, sont les acétates albumineux (3375) de potasse, de soude, de chaux, d'ammonique, les phosphates albumineux des mêmes bases, peut-être des carbonates, mais en abondance les hydrochlorates d'ammoniaque, de potasse, et surtout de soude (*sel marin*). Brande y a signalé une matière grasse analogue au blanc de baleine, que Vauquelin comparait à la matière grasse du cerveau; puis du sucre de lait, qu'il a reconnu à la présence de petites cristallisations, dont la saveur est douce, et qui donnent de l'acide mucique par l'acide nitrique; ce qui signifie seulement, d'après les principes de cet ouvrage, que le chyle renferme du sucre mêlé à l'albumine et à des sels calcaires (3105).

3554. Jurine, de Genève, eut l'idée d'analyser les gaz qui doivent se dégager pendant l'acte de la chymification et de la chylification; son exemple a été imité plus tard par Chevreul et Magendie, Vauquelin, Chevillot, etc., qui sont tous arrivés à des résultats différents. Magendie a cherché à expliquer la divergence qu'offrent les siens avec ceux de Jurine, en prétendant que, du temps de Jurine, les procédés d'analyse étaient moins exacts que de notre temps; ce qui nous rappelle involontairement la question des beaux microscopes (528). Magendie est dans l'erreur; du temps de Jurine on analysait tout aussi bien un mélange gazeux que de notre temps, car Jurine est venu longtemps après Lavoisier et Priestley. La divergence des résultats vient de la différence des circonstances; et si Chevreul et Magendie veulent

poursuivre leurs expériences, il se trouveront nécessairement divergents avec eux-mêmes. En effet, nous savons, par notre expérience hygiénique, que les produits gazeux de notre digestion, à l'état de vie, varient selon la nature et la dose de nos aliments, et selon les dispositions bonnes ou mauvaises, dans lesquelles se trouvent nos organes digestifs. Tel individu est plus sujet à ces dégagements gazeux qu'un autre; il en est qui ignorent absolument ces sortes d'incommodités, c'est-à-dire dont la digestion ne dégage aucun gaz qui reste libre, et de la nature de ceux que ne sauraient absorber les parois stomacales et intestinales; ce qui est facile à démontrer par l'absence complète de toute espèce de météorisation; car il y aurait météorisation, s'il se produisait des gaz que l'individu fût hors d'état d'amener au dehors par l'une ou l'autre voie, par l'éructation et par la ventation. Les bestiaux que l'on fait passer trop vite au vert, et qui ont à ruminer du *trèfle* non encore mûri par les chaleurs, sont sujets à une maladie nommée l'*empansement* ou la *météorisation;* les gaz s'accumulent tellement dans leur estomac ou leur canal intestinal, que si l'on ne vient au plus tôt à leur secours, l'animal crève, étouffé et asphyxié, à cause que la dilatation du canal intestinal comprime, et les poumons, et l'aorte, et la veine cave, et arrête d'un seul coup la circulation. L'analyse démontre, que, dans ces sortes de cas, les gaz varient de nature : tantôt c'est un mélange de gaz acide carbonique et d'oxyde de carbone; tantôt un mélange de gaz acide carbonique, d'hydrogène carboné, et de 80 sur 100 de gaz hydrogène sulfuré; en sorte que tantôt l'ingestion d'ammoniaque étendue d'eau suffit pour faire cesser le mal, en saturant les gaz délétères; et tantôt le mal résiste à ce moyen, vu que l'hydrogène carboné forme la majeure partie du mélange. Dans ce dernier cas, la science, avec ses réactifs, était impuissante; mais la routine, avec son bon sens populaire, n'était pas en défaut. En effet, les paysans de l'ouest de la France n'attendent jamais ni le pharmacien ni le vétérinaire, pour guérir leurs animaux affectés de ce terrible mal; ils s'emparent d'un bâton lisse, l'introduisent dans l'œsophage de l'animal ruminant, et ouvrent ainsi aux gaz accumulés dans les estomacs, une issue par laquelle les gaz n'auraient jamais pu s'échapper spontanément, chez ces animaux privés de la faculté d'éructation.

3555. Or, si le dégagement des gaz n'est point un fait normal chez l'homme et l'animal en bonne santé, ce serait pécher contre la logique que de vouloir déduire quelque chose d'applicable à la théorie de la digestion, de l'analyse des gaz trouvés dans les intestins d'un cadavre. Si le dégagement des gaz, chez l'homme vivant, est la conséquence d'un malaise, de la moindre impression de froid sur la région de l'abdomen, et varie en raison des circonstances de ce malaise, il est évident, et que ce phénomène variera d'autant plus, que l'observation suivra de plus loin l'instant de la mort, et qu'il commencera immédiatement après la mort même. Ainsi, que Jurine trouve les gaz intestinaux composés d'oxygène, d'azote, d'acide carbonique et d'hydrogène sulfuré dans l'estomac en plus grande quantité que dans l'intestin grêle d'un fou mort de froid; que Chevreul et Magendie trouvent, au contraire, que le gaz intestinal pris dans l'estomac était composé d'oxygène, d'acide carbonique, d'hydrogène pur et d'azote, et dans l'intestin grêle d'acide carbonique, d'hydrogène pur et d'azote, chez des cadavres de guillotinés auparavant bien portants, et qui avaient mangé du pain, du fromage et bu de l'eau rougie, on ne saurait tirer, de ces quelques faits, aucune induction physiologique, qui puisse servir à représenter ce qui se passe dans l'acte de la chymification et de la chylification; ce sont des faits cadavériques. Si ces gaz se dégageaient chez l'homme vivant comme chez le cadavre, sans être immédiatement absorbés par les parois, il n'est pas un homme qui ne souffrît constamment de la météorisation. C'est parce que la physiologie oublie ainsi les premières lois de la logique, qu'elle sacrifie longuement, en pure perte, la précision et l'exactitude des procédés, qu'elle nous conduit à des applications que le bon sens repousse dans la pratique, et à des théories qui changent d'idée à chaque instant.

3556. Tout dégagement gazeux qui séjourne dans les intestins est le résultat d'un trouble dans les fonctions digestives. Si, comme tout porte à le croire, la digestion normale donne lieu à des produits gazeux, ceux-ci doivent être aussitôt absorbés que dégagés; et jusqu'à présent, nous ne saurions en soupçonner la nature, qu'en raisonnant par analogie les phénomènes chimiques de la digestion.

3557. Passons aux substances qui concourent à la transformation du CHYME en CHYLE.

3558. SUC INTESTINAL. — De même qu'on a décrit un suc gastrique, qui découlerait de la muqueuse de l'estomac, de même on a décrit un suc intestinal qui suinterait du canal intestinal; mais

dans l'un et dans l'autre cas, le mot est plus précis que la chose. Le suc intestinal a été trouvé acide sur toute la portion de l'intestin grêle qui est supérieure au canal cholédoque, et alcalin sur toute la portion inférieure; acidité dans le premier cas, et alcalinité dans le second, qui peuvent tout aussi bien provenir des sucs, dont le bol alimentaire revêt les surfaces qu'il traverse, que de la sécrétion de ces surfaces mêmes; car le bol alimentaire est acide jusqu'au canal cholédoque. Nous le répétons, il est impossible que, de la surface d'une muqueuse, il ne suinte pas un liquide; mais avant de chercher à le caractériser, il faudrait avoir trouvé le moyen de l'obtenir sans mélange.

3559. SUC PANCRÉATIQUE. — La glande pancréas, située sous l'estomac, entre la rate et le duodénum, déverse, dans ce dernier intestin, un liquide d'une nature particulière, que l'on désigne sous le nom de *suc pancréatique;* suc qui se mêle au chyme, en même temps que la bile, qui découle, au même endroit, de la glande du foie. La difficulté qu'on éprouve à recueillir une certaine quantité de ce liquide, a contribué, autant que le vice des méthodes d'interprétation analytique, à laisser dans une grande incertitude les caractères distinctifs du *suc pancréatique.* D'après les anciens chimistes, ce suc, au sortir de la glande, est acide; d'après d'autres plus modernes, il est tantôt acide et tantôt seulement salé; d'autres en ont nié l'acidité, et assurent l'avoir toujours trouvé alcalin, et se coagulant par la chaleur. Enfin, Gmelin et Tréviranus assurent que le suc pancréatique, pris dans la glande, avant que l'animal vivant ait pu souffrir des suites de l'opération, donne toujours des signes d'acidité; mais que bientôt, et pendant qu'on le recueille, il devient alcalin. Remarquez que ce passage apparent de l'acidité à l'alcalinité est spontané; qu'on ne saurait l'attribuer ni à la saturation de l'acide, au moyen d'une substance étrangère, ni aux résultats de la fermentation, laquelle ne s'établit jamais si vite. Ce phénomène était donc inexplicable, aux yeux des chimistes qui n'avaient pas eu l'occasion d'observer avec quelle facilité certains sels volatils à base d'ammoniaque donnent successivement des signes d'acidité et d'alcalinité, en se décomposant, soit par l'influence de l'air, soit par celle des papiers réactifs eux-mêmes. L'acétate et le carbonate d'ammoniaque eux-mêmes sont éminemment dans ce cas. Sous un autre point de vue, on a tort de penser que les suites d'une opération anatomique n'altèrent les produits de l'élaboration d'un organe digestif qu'à la longue; l'influence est instantanée, ainsi que les accidents divers de la digestion. Donc, il ne faudra jamais perdre de vue cette circonstance, dans l'évaluation des produits, que l'on ne saurait recueillir que par cette violente méthode. Les écrivains allemands ont cru entrevoir de l'analogie entre le suc pancréatique et la salive (3558), en invoquant moins les inductions de l'analyse, que quelques ressemblances de structure qu'ils ont signalées entre les glandes salivaires et le *pancréas.* L'analyse sur laquelle se sont fondés Leuret et Lassaigne, à l'effet d'adopter l'opinion allemande, est trop incomplète pour permettre la moindre induction. Les analyses de Gmelin et Tiedemann ne se distinguent pas par un autre caractère de précision. Que sait-on, en effet, quand on a constaté que le suc pancréatique renferme, sur cent parties de matière liquide :

| | |
|---|---|
| Matière soluble dans l'alcool . . . | 3,68 |
| Matière soluble dans l'eau seulement. | 1,53 |
| Albumine coagulée . . . . . . | 3,55 |
| Eau . . . . . . . . . . . . | 91,72 |
| | 100,48 |

Quel liquide animal n'offrirait pas des nombres et des divisions analogues, par une méthode aussi large d'évaluation?

Le problème analytique du suc pancréatique reste donc encore à résoudre.

3560. BILE. — La bile est le produit de la sécrétion du foie, cet organe, qui, chez le fœtus, semble jouer le rôle d'estomac, et qui, chez l'adulte, devient un accessoire si important de la digestion duodénale. Le foie est chez les mammifères la plus volumineuse des glandes du corps; il est situé sous le diaphragme et au côté droit de l'estomac; convexe par la surface qui se moule sur le diaphragme, concave par celle que pressent les intestins, partagé en trois lobes également recouverts par le péritoine, il porte à sa face inférieure la vésicule du *fiel.* Les vaisseaux veineux se distribuent dans sa substance en plus grand nombre que les vaisseaux artériels. Le produit de son élaboration coule dans de petits canaux qui s'abouchent avec des canaux de plus fort calibre, et ceux-ci dans un conduit qui se jette immédiatement dans le *duodénum* (3549). Ce produit, c'est la bile. La structure intime du foie est analogue à celle de toute autre glande (2077). Il est aisé d'en suivre assez loin les emboîtements successifs, tels que nous les avons décrits ci-dessus; et si ensuite on continue, par la pensée, les ré-

sultats anatomiques de l'élaboration directe, on arrivera à la formule générale d'une vésicule enveloppant un certain nombre de vésicules secondaires, lesquelles enveloppent un certain nombre de vésicules tertiaires, lesquelles enveloppent un certain nombre de vésicules quaternaires, et ainsi de suite, jusqu'à ce qu'on arrive à la vésicule immédiatement élaborante, et dans le sein de laquelle, ainsi que dans toutes les glandes, est de l'huile ou substance grasse et de l'albumine. Chez certains animaux, tels que le poisson, le foie renferme plus d'huile que l'albumine; chez les mammifères, c'est le contraire; aussi, observe-t-on que le foie des mammifères durcit par la chaleur, et que l'autre, au contraire, perd de sa consistance et se ramollit davantage. Quant aux sels qui rentrent dans la structure du foie ou qui apportent le liquide de la circulation, ils ne diffèrent en rien d'essentiel des sels que renferme tout autre organe, ni sous le rapport du nombre, ni sous celui de sa nature. On y trouve, comme partout ailleurs, du sel marin, du chlorure de potasse, du phosphate de potasse et de chaux, du carbonate de chaux (*par incinération*), des traces d'oxyde de fer; et en abondance des sels ammoniacaux, quoique les chimistes n'en fassent pas plus mention dans l'analyse du *foie*, que dans toute autre de leurs analyses chimiques.

3561. Nous transcrivons ici la phrase par laquelle Berzélius se rend compte de l'organisation du foie (*Chim.*, tom. VII, p. 178); on dirait, en la lisant, que le foie est une de ces combinaisons matérielles que le chimiste est en état de reproduire de toutes pièces dans un matras. « Ces expériences, dit l'auteur, établissent d'une manière assez claire que le foie est une combinaison émulsive d'albumine avec un corps gras, diversement modifiée chez différents animaux, et qui se trouve mêlée en outre avec plusieurs autres matières animales, telles que l'*extrait de viande!* et une ou deux autres substances insolubles dans l'alcool, mais solubles dans l'eau. » Paracelse n'aurait pas mieux dit.

3562. Cette conséquence nous dispense, sans doute, de rentrer dans les détails analytiques d'où elle a été déduite; nous passerons immédiatement à l'examen critique des diverses analyses de la bile que nous ont données les auteurs de l'ancienne méthode.

3563. La bile est un liquide alcalin, tantôt vert, tantôt d'un brun jaunâtre, tantôt incolore, qui se compose principalement d'albumine, de résine, d'une substance grasse, de sucre, et de soude, laquelle sert de menstrue à l'albumine, et forme un savon alcalin avec la substance grasse. Un pareil mélange ne pouvait manquer de fournir aux analyses chimiques des résultats aussi variables que variés, et à la nomenclature des dénominations aussi nombreuses qu'éphémères. Et, ce à quoi pensait le moins le chimiste, en se livrant au dépouillement des produits obtenus, c'était sans contredit la question des mélanges.

3564. Nous ne rapporterons pas en détail les analyses des premiers observateurs; elles avaient du moins le mérite du laconisme, qui n'engendre jamais autant d'erreurs que la prolixité. Verheyen découvrit dans la bile un alcali libre; Macbride entrevit qu'elle contenait quelque chose de sucré; Gaubins en sépara un matière huileuse d'une grande amertume; Cadet la considéra comme un savon à base de soude, mêlé à du sucre de lait. Thénard s'éleva contre la théorie de Cadet; et pour lui la bile fut d'autant moins un savon, que sa composition variait dans les différents animaux; il y signala une substance nouvelle qu'il nomma *picromel* (substance sucrée et amère), deux mots fort étonnés de se trouver ensemble.

3565. D'après Thénard, la bile de bœuf serait composée, sur 800 parties, de :

| | |
|---|---|
| Eau. . . . . . . . . . . . | 700,0 |
| Picromel. . . . . . . . . . | 69,0 (*) |
| Corps gras, acide au moins en partie . . . . . . . . . ; Cholestérine, peu. . . . . . ; Matière colorante, très-peu . . | 15,0 (**) |
| Matière jaune provenant du *mucus* altéré, quelques centièmes. . . . . . . . . | 0,0 |
| Soude, phosph. de soude, chlor. de potasse et de soude, sulf. de soude, phosph. de chaux et de magnésie, oxyde de fer. . | 1,2 |

Nous avons donc là des chiffres sans précision, l'auteur nous le dit, et des substances réunies par lots, comme dans une adjudication par autorité de justice. Le premier lot ne renferme que de l'eau, le second que du picromel, qui est coté 69, mais par manière d'acquit; c'est la mise aux enchères; vous pourrez surenchérir ou mettre au

(*) Dans sa dernière édition, l'auteur annonce en note qu'il croit cette quantité un peu trop forte; sur quoi s'appuie cette croyance tardive? l'auteur ne l'explique pas.

(**) L'auteur croit encore cette quantité trop forte.

rabais. Le troisième lot se compose d'un corps gras, qui a le privilége d'être acide sur une face et neutre sur l'autre; d'un peu de cholestérine, de très-peu de matière colorante; lot coté 15 sur le tableau. Mais comment arriver à savoir pour quelle quantité précise le corps gras, acide et non acide, entre dans ce chiffre? on ne pourrait y arriver que par l'équation suivante : 15 — peu — très peu =? Quant à la matière jaune provenant du mucus altéré, l'auteur n'en signale que quelques centièmes; l'auteur ne les a pas pesés, si ce n'est à vue d'œil; et à cette balance, les millièmes, les centièmes, se confondent souvent avec les dixièmes. Quant aux sels, il les divise en solubles et insolubles; le lot des solubles s'élève à 10, le lot des insolubles à 1,2. Admirable méthode de classification, qui s'étale en tableaux synoptiques, au bas desquels l'auteur a la précaution de mettre de sa propre main : *N'en croyez rien, car j'en doute.*

3566. « Parmi toutes ces matières, dit l'auteur, il n'en est qu'une seule qui n'ait point été décrite; c'est le *picromel,* substance ainsi appelée, à cause de sa saveur, et qui est propre à la bile de la plupart des animaux, du moins d'après mes expériences. » Attachons-nous donc spécialement à l'étude de cette substance, qui formait d'abord 69 sur 800 de la bile, mais qui depuis est descendue de quelques degrés.

3567. D'après Thénard, le picromel est sans couleur; il a le même aspect et la même consistance que la térébenthine épaisse; sa saveur est d'abord âcre et amère, puis elle devient sucrée; son odeur est nauséabonde, et sa pesanteur spécifique plus grande que celle de l'eau. Soumis à l'action du feu, il perd une partie de sa viscosité, se boursoufle, se décompose, et ne donne point ou que *très-peu* de carbonate d'ammoniaque. Il se conserve pendant longtemps sans subir la moindre altération. Exposé à l'air, il en attire légèrement l'humidité; par conséquent, il est très-soluble dans l'eau. L'alcool le dissout avec autant de facilité. Chauffé légèrement avec les acides hydrochlorique, azotique, sulfurique, convenablement affaiblis, il forme un composé visqueux, sur lequel l'eau n'a que très-peu d'action. Les alcalis et la plupart des sels n'en troublent point la dissolution, et il n'y a guère que l'azotate de mercure, l'acétate de plomb avec excès d'oxyde, et les sels de fer, qui aient cette propriété; l'infusion de noix de galle ne la possède point.

3568. Passons au procédé par lequel l'auteur l'obtenait : on verse, dans la bile de bœuf, un excès d'acétate de plomb du commerce en dissolution; par ce moyen, on précipite toute la matière jaune et toute la matière grasse acide unie à l'oxyde de plomb; on précipite également l'acide phosphorique et l'acide sulfurique du phosphate et du sulfate de soude; la liqueur étant filtrée, on y ajoute du sous-acétate de plomb; à l'instant le picromel s'empare de l'excès d'oxyde de ce sel, et se dépose, sous forme de flocons blancs, avec la cholestérine. Ces flocons doivent être lavés à grande eau par décantation, puis placés dans une éprouvette, avec une petite quantité d'eau pure, et soumis à l'action d'un courant de gaz hydrogène sulfuré, pour séparer le plomb. Alors on filtre la liqueur, on l'évapore le plus possible, et l'on traite à froid le résidu par l'éther, qui dissout la cholestérine; le nouveau résidu desséché est le *picromel pur,* d'après l'auteur.

3569. Mais si l'auteur, avant d'imposer un nouveau nom à ce produit, avait voulu essayer, mêlées deux à deux, trois à trois, les diverses substances que l'analyse indique dans la bile de bœuf, il se serait convaincu qu'un mélange de sucre, de résine, d'huile acide et de sel marin, présente tous les phénomènes qu'il a décrits dans le picromel. Et aujourd'hui, il est moins pardonnable que jamais de condamner les élèves universitaires à apprendre, comme des faits positifs, des résultats qui, même aux plus beaux jours de l'ancienne méthode, n'inspiraient pas déjà une grande confiance. Le picromel n'est que le mélange du sucre, de la résine, de l'huile grasse, du sel marin, et d'une foule d'autres sels qui existent dans la bile, et que le sous-acétate de plomb, en s'enveloppant de sucre et d'huile, entraîne nécessairement dans le précipité floconneux; précipités qui deviennent également solubles dans l'eau et dans l'alcool, à la faveur des acides que l'opération n'a pas manqué d'y introduire ou d'en dégager.

3570. Quant à la saveur d'abord amère et puis sucrée du picromel, elle provient du mélange de soude et de résine d'un côté, et du sucre de l'autre. Les saveurs diverses ne se manifestent que successivement; la moindre ne se fait jamais sentir que lorsque l'autre a épuisé son énergie (1646); or, ici, c'est la résine qui forme la plus grande quantité du mélange; c'est elle dont la saveur doit se manifester plus longtemps. Composez de toutes pièces un mélange d'une résine amère et de sucre, et vous reproduirez les mêmes successions sapides qu'avec ce picromel.

3571. Braconnot considérait le picromel de

Thénard comme un mélange d'une résine acide particulière, qui en constitue la plus grande partie, d'acide margarique, d'acide oléique, d'une *matière animale*, d'une *matière colorante verte*, d'une *matière très-amère* de nature alcaline; et puis (par un système de compensation), l'auteur, après avoir cherché à éliminer le picromel, ne manquait pas de signaler une nouvelle substance, un principe, sucré incolore, qui *devient pourpre, violet et bleu par l'acide sulfurique*. Mais c'est encore ici une erreur d'induction, qui perd de vue l'influence des mélanges, en fait de réactions, et oublie de faire la part des caractères. Il est encore plus facile de se rendre compte de la nouvelle substance de Braconnot, que de l'ancienne substance universitaire de Thénard. En effet, le prétendu *picromel* étant un mélange de sucre, d'albumine, d'huile et de sel marin, si vous y versez de l'acide sulfurique concentré, le mélange devra devenir d'abord *purpurin* (3167) par la réaction de l'acide sulfurique sur l'huile et le sucre; mais en même temps l'acide sulfurique dégagera, du sel marin, l'acide hydrochlorique, qui, à son tour, réagira sur l'albumine, réaction qui se manifeste par une coloration d'abord violette, puis bleue (1534). Composez de toutes pièces un pareil mélange; et par l'acide sulfurique, vous obtiendrez exactement le même résultat.

3572. D'après Berzélius, la bile de bœuf serait composée de :

| | |
|---|---|
| Eau | 90,44 |
| Matière biliaire (y compris la graisse). | 8,00 |
| Mucus de la vésicule | 0,30 |
| Extrait de viande, chlorure et lactate de soude | 0,74 |
| Soude | 0,41 |
| Phosphate de soude, de chaux, et traces d'une substance insoluble dans l'alcool | 0,11 |
| | 100,00 |

Berzélius avait pourtant annoncé, en tête de son travail, que la bile était une substance plus simple que ne le pensait Thénard. On cherche en vain, dans l'analyse qui lui est propre, les preuves de cette opinion. Comme l'auteur a développé fort au long les expériences qui l'ont amené à ce résultat analytique, nous allons à notre tour le suivre pas à pas dans notre examen critique.

3573. « Si l'on mêle de la bile, dit l'auteur, de la » bile de bœuf, entre autres, avec une petite quan» tité d'acide, même d'acide acétique, il s'y forme » un précipité jaune clair, qui est composé du » *mucus* de la vésicule biliaire, dont une cer» taine quantité était dissoute dans la bile. Par » cette précipitation, la liqueur perd son carac» tère mucilagineux. »

3574. Ce prétendu *mucus* n'est autre chose que l'albumine et l'huile dissoutes par l'alcali de la bile, et qui enveloppent, en se précipitant, tout ce qui était dissous avec elle dans le liquide biliaire. L'acide, en s'emparant de l'alcali, enlève à l'albumine et à la matière grasse, leur dissolvant, et le liquide se clarifie (3464). Comment ne pas faire aux procédés analytiques l'application des phénomènes que nous évaluons si bien dans les procédés industriels; et pourquoi ranger dans un cas, au nombre des produits immédiats, un *coagulum* que nous savons être si multiple dans l'autre? Composez de toutes pièces un mélange d'huile, d'albumine, de soude et de résine; vous aurez un liquide mucilagineux, c'est-à-dire un liquide dans lequel les trois substances organiques se trouveront à l'état liquide et à l'état globulaire. Si vous versez de l'acide acétique dans ce mélange, il se produira un précipité insoluble, et le liquide reprendra sa limpidité.

3575. « Si l'on filtre ensuite la bile, et qu'on » y verse encore de l'acide, on trouve qu'elle se » coagule par les mêmes acides que ceux qui » déterminent la coagulation du sang, à l'excep» tion de l'acide acétique et de l'acide phospho» rique dissous depuis plusieurs jours. »

3576. Tous les acides ne dissolvent pas l'albumine; et l'acide hydrochlorique lui-même commence par la coaguler avant de la dissoudre et de se colorer. L'acide acétique, au contraire, et l'acide phosphorique dissous ne se coagulent jamais et la dissolvent vite. Or, dans le cas ci-dessus, l'acide acétique en excès a repris une partie de l'albumine qu'il a enlevée à la soude; il la tient en dissolution; l'addition d'une nouvelle quantité d'acide ne peut qu'augmenter la solubilité de l'albumine et la limpidité de l'eau. Ce qui sert de dissolvant à une chose ne saurait la coaguler.

3577. « Si l'on évapore de la bile de bœuf jus» qu'à consistance d'extrait, et qu'on mêle cet » extrait avec de l'alcool, il reste une substance » d'un gris jaune, qui ne se dissout pas. Cette » substance, qui, en outre, n'est plus soluble dans » l'eau, était regardée par les anciens chimistes » comme de l'albumine; *mais l'acide acétique la* » *précipitant de la bile, elle ne peut point en* » *être*. C'est le mucus de la vésicule biliaire,

» quoique, dans cet état, il n'ait point l'aspect de » celui qui couvre la face interne de la vésicule. »

3578. Voilà pourtant à quoi tiennent les créations nominales des substances organiques ! De ce que l'albumine ordinaire et employée isolément est soluble dans l'acide acétique, et de ce que, dans un mélange très-compliqué, l'acide acétique occasionne un *coagulum,* on en conclut que ce coagulum n'est nullement de l'albumine; or si l'on procédait par vérification, il n'en coûterait pas beaucoup pour précipiter, avec l'acide acétique, l'albumine de l'œuf de poule ; il suffirait de la dissoudre préalablement dans le même alcali que possède la bile, dans la soude ; on obtiendrait alors de ce mélange, avec l'acide acétique, un précipité aussi volumineux. Le *mucus* de Berzélius n'est donc que de l'albumine précipitée, par l'acide acétique, de sa dissolution dans un alcali.

3579. « Le *mucus*, qui couvre la face interne » de la vésicule, détaché par le raclage des parois » de la vésicule, ressemble parfaitement à du mu- » cus nasal jaune. Les acides étendus le coagulent » en une masse opaque, d'un jaune clair non » mucilagineuse, mais qui devient mucilagineuse » et claire, dès qu'on sature exactement l'acide » avec un alcali. »

3580. Le raclage enlève, avec la substance qui recouvre les parois, les tissus muqueux qui en tapissent la surface ; les acides doivent coaguler la solution alcaline biliaire, d'autant plus abondamment qu'ils sont plus étendus ; car, en excès et trop concentrés, la plupart de ces acides, après avoir saturé le dissolvant alcalin, redissoudraient à leur tour l'albumine pour leur compte. Mais ce précipité est un mélange encore plus compliqué que dans la première circonstance, et lorsqu'on n'opérait que sur le liquide ; il doit renfermer abondamment des tissus insolubles et organisés (1906). Nous ne consacrerons pas une longue réfutation aux autres caractères que l'auteur assigne à ce mucus: quel est celui de nos lecteurs, qui, ayant médité les principes d'induction consignés dans cet ouvrage, ne soit en état d'expliquer de prime abord, comment il se fait que ce *précipité devienne, en séchant, clair, transparent et jaunâtre* (1503); — *qu'arrosé sous cette forme, avec de l'eau, il se gonfle un peu, devient gluant et non muqueux* (3136); — *que le traitement par l'alcool lui fasse perdre sa viscosité* (1230), — *et qu'alors l'eau ne la lui rende plus* (1517) ; — *que le précipité obtenu au moyen d'un acide, rougisse le tournesol*, et qu'il n'abandonne pas son acidité, quand on le traite par l'eau (1142) ; enfin qu'en ajoutant *au mélange un peu de carbonate alcalin, de manière à saturer l'acide, le mucus reprenne ses propriétés mucilagineuses primitives* (1518)? Nous ne nous y arrêterons donc pas plus longtemps.

3581. « La dissolution alcoolique de la bile » desséchée contient les substances principales de » la bile. On distille l'alcool au bain-marie, on » dissout le résidu dans un peu d'eau, on mêle la » liqueur avec de l'acide sulfurique un peu étendu, » d'où résulte bientôt un précipité gris verdâtre, » consistant en une combinaison d'acide sulfuri- » que avec la ou les substances qui donnent à la » bile son amertume caractéristique. »

3582. L'alcool dissout tout ce que la soude rend soluble dans ce menstrue ; si vous saturez la soude par de l'acide sulfurique étendu, toutes ces substances se précipitent à la fois à l'état de mélange, huile, résine, enveloppant le sulfate de soude lui-même.

3583. « Tant que la matière amère n'est pas » toute précipitée, cette liqueur est verdâtre et » même bleue. Ce n'est qu'après la précipitation » qu'elle n'a plus de couleur. »

3584. Il en est de même de tout mélange coloré, dissous ou tenu en suspension dans un liquide qui dissout l'albumine ou l'huile. Dès que celles-ci se coagulent ou se figent, elles emprisonnent la matière colorante, de manière à la masquer totalement aux yeux.

3585. « Le précipité acide, consistant en une » combinaison d'acide sulfurique avec la matière » amère de la bile, est très-peu soluble ou même » totalement insoluble dans l'eau qui contient une » petite quantité d'acide sulfurique. Il se dissout » dans l'alcool, comme une résine, et en est en » grande partie précipité par l'eau. Si l'on fait di- » gérer sa dissolution alcoolique avec du carbonate » de baryte, jusqu'à ce qu'elle cesse d'exercer » aucune réaction indiquant la présence d'un » acide libre, l'acide sulfurique se trouve enlevé » ainsi, et la matière qui était combinée avec lui » reste dissoute. »

3586. Ces expressions *se dissolvent en partie ou en totalité, en grande partie*, indiquent suffisamment l'existence d'un mélange, et surtout que l'auteur a pu prendre, pour la dissolution d'une seule substance *sui generis*, la dissolution d'une portion des mélanges, et la suspension de l'autre dans le liquide en ébullition (27).

3587. « En évaporant cette dissolution, on ob- » tient une masse extractive d'un jaune vert,

» transparente, qui a l'amertume particulière, et » en général les propriétés caractéristiques de la » bile. J'ai donné à cette substance le nom de » *matière biliaire,* et je l'ai considérée comme la » principale partie constituante de la bile. Nous » verrons plus loin que Gmelin la regarde comme » un mélange de plusieurs substances. »

3588. Et Gmelin avait raison sur ce point; mais, ainsi que l'avait fait Braconnot à l'égard de Thénard, Gmelin n'éliminait la substance de Berzélius du rang des substances immédiates, que pour la remplacer par une substance immédiate de sa création.

3589. « La matière biliaire a, sous plusieurs » points de vue, de grands rapports avec le sucre » de réglisse, et surtout avec celui de l'*abrus* » *precatorius*, qui indépendamment de sa saveur » amère et puis douceâtre, s'obtient ordinairement » coloré en vert par un principe colorant végétal, » qui est mêlé avec lui et qu'on ne peut point en » séparer. »

3590. Sans doute, car dans la *matière biliaire* de Berzélius, *picromel* de Thénard, le sucre est intimement uni à la résine, à une substance grasse et à la matière colorante, comme dans le suc de l'*abrus precatorius.*

3591. Gmelin et Tiedemann (*) ont porté si loin le nombre des substances qui, d'après eux, composeraient la bile, qu'il ne manque plus à leur analyse que le tableau des nombres indiquant dans quelles proportions chacune d'elles entre dans la combinaison. Cette analyse serait dès ce moment le plus beau tour de force de la méthode ancienne. Nous regrettons vivement que les auteurs aient négligé cet accessoire; nous aurions eu du moins un large budget synoptique à offrir à nos lecteurs. Les deux auteurs admettent dans la bile de bœuf :

1° Un principe colorant, qui passe à la distillation;

2° Une graisse biliaire, qu'ils nomment *choline* ou *cholestérine.*

3° Résine biliaire;

4° Asparagine biliaire;

5° Picromel;

6° Une matière colorante;

7° Une matière très-azotée, faiblement soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool, mais soluble dans ce réactif à chaud;

8° Une matière animale? (gliadine) insoluble dans l'eau, mais soluble dans l'alcool à chaud;

9° Une matière soluble dans l'eau et dans l'alcool, et précipitable par la teinture de noix de galle? (*osmazôme*);

10° Une matière qui répand une odeur urineuse quand on la chauffe;

11° Une matière soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool, et précipitable par les acides (matière caséeuse, peut-être avec la matière salivaire ?);

12° Du mucus;

13° Du bicarbonate d'ammoniaque;

14°-20° Des margarate, oléate, acétate, cholate, bicarbonate, phosphate et sulfate de soude (avec peu de potasse);

21° Du chlorure de sodium;

22° Du phosphate de chaux;

23° De l'eau, qui s'élève à 91,51 pour 100.

3592. D'après eux la bile du chien se composerait de :

1° Un principe colorant;

2° De choline;

3° Probablement de résine, en petite quantité toutefois; ce qui fait qu'elle est précipitée peu abondamment par l'acétate de plomb neutre;

4° De picromel;

5° De beaucoup de matière colorante;

6° D'une matière qui se précipite de la dissolution alcoolique chaude, par le refroidissement? (gliadine);

7° De la matière salivaire ou une matière analogue;

8° Du mucus. Il paraît, disent les auteurs, que la bile ne contient qu'une très-petite quantité de cette substance en dissolution, puisqu'on n'y trouve pas du tout, ou du moins très-peu, de carbonate de soude;

9° Probablement du margarate et de l'oléate de potasse;

10° De l'acétate, du phosphate, du sulfate de soude et du chlorure de sodium;

11° Du phosphate de chaux;

3593. Quant à la bile de l'homme, ils y ont trouvé de la choline, de la résine, du picromel et de l'acide oléique, du mucus, une grande quantité d'une matière soluble dans l'eau, une matière colorante, et, ajoutent-ils, « sans contredit aussi plusieurs autres substances; nous n'avons pas été à la recherche de l'asparagine biliaire. » Comme on le voit, le nombre et la quantité des substances varient en raison du temps qu'on met à les chercher, en sorte qu'avec un peu plus de temps la somme s'allongerait encore probablement de quelques chiffres.

(*) *Recherches expérimentales, chimiques et physiologiques sur la digestion*, traduit de l'allemand par Jourdan. Paris, 1826, 2 vol. 8°.

Cherchons maintenant à faire le dépouillement de cette liste, dans laquelle chaque substance s'inscrit avec un large doute au front.

3594. Quelle différence entre le principe colorant et la matière colorante? C'est que le premier passe à la distillation, et la seconde reste dans le mucus; distinction, comme on le voit, qui est fondée sur un départ plus ou moins facile, et non sur un caractère essentiel. Or, à ce prix, il n'est pas de matière colorante d'un suc qui ne pût se partager en deux substances, lorsqu'une portion se trouverait enveloppée par un précipité, et que l'autre se trouverait mélangée à une substance volatile. Ces deux articles de l'analyse doivent donc être réunis en un seul.

Nous avons fait la part du *picromel;* les auteurs pensent l'avoir obtenu à l'état d'une plus grande pureté que Thénard; nous sommes d'avis, au contraire, qu'ils l'ont encore plus altéré; car ils l'ont fait passer par un plus grand nombre de procédés. Ils considèrent le picromel par eux obtenu comme un *cholate*, c'est-à-dire une combinaison d'acide cholique et de la substance du picromel, en se fondant sur ce que leur picromel ne donne pas de précipité à froid par les acides, et qu'il ne laisse pas dégager d'ammoniaque par la chaux. Mais, disent-ils, s'il renfermait ce qu'ils appellent un *cholate* d'ammoniaque, la chaux devrait en dégager de l'ammoniaque. Les auteurs, en général, se laissent fréquemment induire en erreur, sur la présence ou l'absence de l'ammoniaque, en employant la réaction de la chaux; la chaux n'opère pas, sur un composé de résine, d'huile et de sucre, et de sels ammoniacaux, comme un sel isolé à base d'ammoniaque; on sait avec quelle puissance la substance saccharine retient l'ammoniaque (3155); l'emploi de la chaux, au lieu de dégager l'alcali d'un mélange d'albumine et de résine, n'est peut-être propre qu'à en rendre la combinaison plus intime.

L'asparagine biliaire ne porte ce nom que parce que les auteurs ont cru trouver une certaine analogie entre cette substance et l'asparagine de Vauquelin; mais ils n'ont nullement cherché à la soumettre à une analyse élémentaire, ni même à une analyse qualitative qui inspire quelque confiance. Elle s'obtient, de l'eau par laquelle on a traité le picromel, en cristaux prismatiques, incolores, à pans inégaux, terminés par des pyramides à quatre ou six faces, qui fondent au feu en une liqueur épaisse, brunissent, se boursouflent, développent une odeur empyreumatique, douceâtre, semblable à de l'indigo qui brûle, et laissent un charbon boursouflé; donnent par la distillation un liquide aqueux, incolore, qui rougit le tournesol, et dégage beaucoup d'ammoniaque par la potasse. A tous ces caractères, il est facile de reconnaître, dans l'asparagine biliaire des auteurs, un sel ammoniacal plus ou moins mélangé à d'autres sels et au sucre, ou à la résine; est-ce un hydrochlorate de chaux et d'ammoniaque? La réaction par le nitrate d'argent indiquerait assez clairement que l'acide hydrochlorique entre pour une part dans la combinaison.

Plus tard, Gmelin a appelé cette substance *taurine;* et de deux noms.

La matière très-azotée, faiblement soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool, mais soluble dans ce réactif à chaud, n'a certainement pas été reconnue en procédant sur le même résidu. C'est sans conteredit de l'albumine essayée par l'eau et l'alcool froid, quand elle a été coagulée et précipitée, et essayée par l'alcool bouillant après avoir passé par le traitement alcalin ou acide (1555).

Il faut en dire autant d'une matière animale que les auteurs soupçonnent être la *gliadine* (1272), et d'une autre qu'ils soupçonnent être l'*osmazôme;* les caractères qui ont semblé aux auteurs distinguer ces deux produits de l'albumine ne proviennent que des traitements qu'on a fait subir à deux quantités différentes de la même substance.

La matière qui répand une odeur urineuse, quand on la chauffe, n'est qu'une matière composée de diverses substances de la bile, mêlées aux menstrues par lesquels on a traité celle-ci; il arrive fréquemment de reproduire ces phénomènes odorants, en faisant évaporer un suc organique dissous dans un sel ammoniacal, dans un acide, dans l'alcool, et même dans l'éther. Qu'on se rappelle qu'il nous a suffi de traiter la gomme arabique par l'oxalate d'ammoniaque, pour en dégager par évaporation l'odeur de la colle brûlée (3122).

La matière soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool, et précipitable par les acides, n'est évidemment que de l'albumine rendue soluble dans l'eau par un menstrue alcalin.

Quant à la choline ou cholestérine, c'est la substance grasse de la bile plus ou moins altérée, dans sa fusibilité et sa solubilité, par l'alcali qui la savonne, et par son mélange avec la résine et le sucre; enfin, quant aux acides cholique, margarique, oléique, aux margarates, cholates, oléates, ce sont des produits qu'on n'obtient

compte desquels nous nous expliquerons plus amplement, en nous occupant du groupe des substances organisantes.

Il nous serait impossible, du reste, de suivre pas à pas les auteurs de ces analyses, dans les développements qui servent de bases à leurs résultats. C'est un dédale où l'on perd une substance, à travers toutes les divisions et subdivisions A et B, *a* et *b*, I et II, 1 et 2, par où la substance passe seule comme à une filière, laissant à chaque instant le lecteur désorienté. Les résultats positifs se déduisent en général d'une manière moins confuse.

3595. Après avoir ainsi éliminé, de la bile, tout ce que la manipulation lui prêtait à tort, il nous sera facile de concevoir ce que cette sécrétion du foie possède de réel, et de nous faire une idée du mode selon lequel les substances qui la composent s'y trouvent mélangées. La bile renferme à la fois du sucre, de la résine, de l'huile, de l'albumine et de la soude, sans parler des sels qui en font partie accessoirement. Or la soude rend l'albumine, la résine, l'huile, etc., solubles également dans l'eau et dans l'alcool; la bile n'est point seulement un savon, c'est-à-dire une combinaison d'huile et de soude; c'est en quelque sorte un savon albuminoso-résineux, c'est-à-dire un mélange combiné de telle sorte, que toutes ces substances deviennent à la fois solubles dans les menstrues qui, sans la présence de l'alcali, ne sauraient les dissoudre toutes également. Ce qui domine dans la bile, c'est son alcalinité; et c'est par ce caractère qu'elle doit influer spécialement sur les fonctions digestives. La bile ne varie, chez les divers animaux, que par les proportions des mêmes substances.

3596. Ce n'est pas ici le lieu de parler des calculs biliaires que l'on rencontre fréquemment dans les conduits de la bile; nous citerons seulement, afin d'être complet, la matière jaune, que Thénard est porté à considérer comme différente de toutes les matières colorantes connues jusqu'à ce jour, et qui constituerait souvent, d'après lui, les calculs de la vésicule du bœuf, et presque tous ceux de la vésicule de l'homme; dans les canaux hépatiques d'un éléphant mort au Jardin des Plantes, il y a trente ans, on en trouva jusqu'à 500 grammes. C'est une matière jaune et solide, pulvérulente lorsqu'elle est sèche, insipide, inodore, plus pesante que l'eau, qui donne au feu du carbonate d'ammoniaque, et laisse un charbon; elle est insoluble dans l'eau, dans l'alcool, les huiles; soluble dans les alcalis, d'où elle est précipitée en flocons bruns verdâtres par les acides. L'acide hydrochlorique ne l'attaque qu'avec peine; il la rend d'un beau vert. En vérité, cette matière colorante serait réellement, comme le dit l'auteur, distincte de toutes les matières colorantes connues, si elle n'était un mélange albumineux de toutes les substances qui rentrent dans la composition de la bile.

3597. RÉSUMÉ. — Le chyme est acide; c'est une pâte composée de tout ce qui a résisté à l'élaboration stomacale, et de tout ce que l'élaboration stomacale a eu le temps d'extraire de soluble des tissus végétaux ou animaux qui ont été pris comme aliments. Le gluten et l'albumine y sont en dissolution, à la faveur de l'acide, avec le sucre, les sels, la gomme, et la résine des sucs alimentaires.

Une fois que la digestion stomacale n'a plus rien à transformer dans ce suc, le bol alimentaire est entraîné vers le pylore, et passe dans le duodénum, où il s'imprègne du suc pancréatique et de la bile, dont sa présence détermine l'écoulement. Tout à coup l'acidité du bol alimentaire est remplacée par l'alcalinité; l'alcali de la bile sature l'acide du chyme, et par ce seul fait le chyme devient CHYLE, substance que les parois intestinales aspirent et filtrent, pour ainsi dire, à travers leurs tissus, substance enfin qui ne diffère de la lymphe, que par le canal dans lequel le chimiste la surprend, et du sang, que par l'absence de la matière colorante. Lorsque les parois intestinales ont achevé, jusqu'à la dernière molécule, le triage du sang blanc que nous nommons le chyle, le résidu est arrivé successivement jusqu'au rectum, par suite de cette aspiration, dont sont douées toutes les surfaces du canal intestinal.

Ce résidu, c'est la matière fécale, matière épuisée et désormais inhabile à toute espèce de digestion pour les animaux supérieurs, mais qui ne laisse pas que d'offrir encore des conditions, qui le rendent alimentaire pour les larves de certaines espèces d'insectes.

3598. FÈCES OU MATIÈRES FÉCALES. — La composition de ce *caput mortuum* de la digestion varie, non-seulement selon les espèces d'animaux carnivores ou herbivores, non-seulement selon la constitution hygiénique des individus de la même espèce, mais encore selon le genre d'alimentation qui les a nourris à l'époque qui précède l'expérience. On y trouve intacts tous les tissus trop ligneux ou trop osseux pour être attaqués par

l'action digestive, des fragments entiers de la charpente organisée, plus une certaine quantité de la substance chylifiée, qui a pu se soustraire à l'aspiration intestinale, par l'interposition des débris de tissus; et surtout enfin une quantité considérable de produits ammoniacaux, soit dégagés du chyle par l'action de l'alcali de la bile, soit résultant de la fermentation putride, qui commence, dès que la fermentation de bonne nature a cessé.

3599. De 100 parties de matières fécales de l'homme, Berzélius a retiré : 73,3 d'eau, 0,7 de débris de végétaux et d'animaux, 0,9 de bile, 1,9 d'albumine, 2,7 d'une matière extractive particulière, 14,0 de matière visqueuse composée de résine, de bile un peu altérée, de matière animale particulière et de résidu insoluble ; et de 1,2 de sels composés de carbonate de soude, de sulfate de soude, de phosphate ammoniaco-magnésien, et de phosphate de chaux.

Les excréments des oiseaux sont, en outre, imprégnés des produits de l'urine, que la matière fécale rencontre sur son passage, avant d'arriver au dehors, par suite de l'organisation spéciale, qui fait que, chez ces animaux, l'appareil urinaire se décharge dans le canal intestinal.

3600. Rôle de la bile dans l'acte de la chylification. — Par tout ce que nous avons exposé plus haut, il est évident que la métamorphose du chyme en chyle est due au mélange de la bile alcaline avec le chyme. Cependant, il est venu dans l'esprit de quelques expérimentateurs, que la bile était une déjection, comme la matière fécale, et ne se déchargeait, dans le canal intestinal, que pour décharger d'autant les canaux biliaires. En effet, ayant lié, sur un animal vivant, tous les canaux biliaires qui se rendent au canal cholédoque, de manière que l'écoulement de la bile dans le duodénum ne pût pas s'opérer, ils prétendent avoir vu néanmoins le chyme perdre son acidité dans le *duodénum*, et y devenir alcalin. Ce n'est pas la première fois que les vivisections amènent à des conséquences extraordinaires, dès qu'on a le malheur de se hâter de conclure et de trancher. La physiologie dite expérimentale nous a habitués de longue main à ces résultats piquants d'anomalie et d'étrangeté; et ce à quoi elle a toujours le moins pensé, c'est au trouble qu'une vivisection quelconque porte du premier coup dans toute l'économie animale. Comment s'imaginer ensuite qu'une ligature pratiquée sur des canaux à parois semi-cartilagineuses, soit capable d'intercepter complétement, et comme le ferait une cloison réelle, le cours de la bile? comment ne pas voir qu'il faudrait serrer la ligature jusqu'à couper le canal, pour faire disparaître les plis des parois rapprochées entre elles? et c'est entre ces petits plis que la bile est dans le cas de s'échapper dans le canal cholédoque, et de venir se mêler avec le chyme, pour le transformer en chyle.

3601. Que la bile ensuite soit considérée comme une déjection de la glande hépatique, ce n'est plus là qu'une question de mots. Le contact immédiat de deux produits, dont l'un est acide et l'autre alcalin, ne saurait être considéré comme un mélange sans conséquence, et qui puisse s'opérer sans que les deux éléments changent de condition. Si la bile n'exerçait pas, sur le chyme, une influence favorable à la nutrition, elle en exercerait une défavorable; elle troublerait les fonctions digestives, si elle ne leur servait à rien.

## § II. *Propriétés nutritives.*

3602. Les auteurs de la chimie organique ancienne nous entretiennent souvent, assez longuement, des propriétés nutritives des substances alimentaires. Les auteurs d'économie rurale et domestique établissent, par des chiffres, les rapports de nutribilité qu'offrent entre eux les aliments divers; on voit dans leurs tableaux que telle substance est quatre fois, cinq fois, etc., plus nutritive qu'une autre; ainsi d'après le tableau de Daum (*), la faculté nutritive de la pomme de terre serait à celle du froment, dans le rapport de 15 à 48, selon Meyer; de 15 à 120, selon Block, et de 15 à 74, selon Pétri; tandis que d'après un travail récent de la faculté de médecine, ce rapport serait de 15 à 45; et il en est de même de toutes les évaluations relatives aux autres espèces de substances alimentaires.

3603. Einhoff assure avoir pesé et extrait chimiquement la substance nutritive d'une foule d'espèces, qui servent d'aliment habituel à l'homme et aux animaux. Ses résultats sont loin de s'accorder, et avec ceux de l'expérience agricole d'un côté, et avec ceux des autres chimistes.

3604. Mais cette divergence, dans les résultats obtenus, semblerait indiquer que tous les auteurs s'accordent sur le signalement chimique, sur les caractères de la substance nutritive; car enfin ni

(*) *Bulletin des sciences agricoles*, tome XIII, n° 100.

en chimie, ni en aucune espèce de science, on ne pèse jamais une inconnue. Et pourtant on chercherait en vain, dans un seul auteur, une définition de la substance nutritive basée sur l'expérience, et capable de la faire démêler entre mille autres, avant toute espèce de nutrition. Si je demande aux chimistes quelles sont les substances alimentaires les plus nutritives, les uns me nomment celles-ci, les autres me nomment celles-là; si je leur demande des rapports, les uns me donnent un rapport double, triple et quadruple des autres, et tout cela, de part et d'autre, en tableaux synoptiques, dont la précision frappe l'œil et semble ne pas laisser la moindre place à un doute; il faut confronter ces tableaux entre eux, pour ne plus rien y comprendre.

L'idée me vint de m'informer si réellement tous ces auteurs se comprenaient eux-mêmes; et je finis par la question qui aurait dû être pour eux la première de toutes; je leur demandai de me dire ce qu'ils entendent par substance nutritive, et sur quelles bases ils se sont fondés, pour en évaluer les rapports, dans les diverses plantes. Or il se trouve que sur cette question, ils s'entendent encore moins que sur la première; et que la substance nutritive, aux yeux des uns, est précisément la substance indigeste, et même nuisible, aux yeux des autres. Model et Parmentier avaient regardé le gluten comme indigeste, et l'amidon comme nutritif. Eh bien! Chevreul et Magendie, qui ignoraient absolument les expériences de Model et de Parmentier, trouvent précisément le contraire; et à leurs yeux le gluten est éminemment nutritif, et le sucre, l'amidon, la gomme, etc., enfin tout ce qui n'est pas azoté, est indigeste et causerait la mort, si l'animal prenait longtemps une semblable nourriture sans en changer. Il n'est certes pas possible de différer d'opinion d'une manière plus contradictoire.

Pour qui prendre parti? Ne vous hâtez jamais de prendre parti, avant d'avoir bien posé la question; mais tâchez de bien poser la question, et vous découvrirez alors que les deux partis diamétralement opposés partaient d'un principe également erroné.

D'autres enfin ne se donnaient pas le moins du monde la peine de soumettre la question à la contre-épreuve de l'expérience; mais admettant que les substances solubles dans l'eau chaude, d'un aliment ordinaire, en forment la substance véritablement nutritive, ils se mettaient à extraire les substances solubles (sucre, gomme, amidon, albumine, gélatine); et, en défalquant, du poids du résidu après l'opération, le poids de la substance alimentaire avant la manipulation chimique, ils obtenaient l'indice de nutribilité, pour ainsi dire, de l'aliment. A leurs yeux, un aliment devenait plus ou moins nutritif qu'un autre, selon qu'il renfermait, en poids, une plus ou moins grande quantité de sucre, d'amidon, et d'extractif soluble ou d'extrait de viande. Ceux-ci procédaient donc uniquement par la voie chimique; et les résultats qu'ils obtenaient étaient sans doute divergents, mais jamais contradictoires; ils établissaient que telle substance nourrit mieux que telle autre; mais ils n'assuraient jamais précisément que la substance nutritive de tel auteur ne fût nullement nutritive; ils ne poussaient pas leurs conséquences jusqu'à un pareil démenti. Or, qui l'aurait cru? c'est la méthode expérimentale qui se trouvait forcément amenée à cette forme de dénégation; elle, si sage, si timide, si défiante d'elle-même, qui a horreur de la logique, et ne veut presque toucher aux faits qu'en se bandant les yeux; qui coupe un animal en deux pour en extraire un fait, mais qui se garderait bien de rejoindre par la pensée les deux morceaux, pour se représenter comment le fait a pris naissance, eh bien! c'était elle qui était forcément entraînée aux dénégations transcendantes, extraordinaires, miraculeuses même; et qui vous criait solennellement dans les cours: « Vous avez cru, mortels, jusqu'ici que le sucre, le miel et l'amidon contribuaient à vous nourrir; abandonnez ces croyances, et vivez de gluten. La nature a presque eu tort de mêler, dans la farine des céréales, le gluten qui nous nourrit, à l'amidon qui nous pèse. » Et l'oracle se répétait ensuite dans les cours et concours, dans les rapports du conseil de salubrité publique, à la manutention des vivres de la guerre et des prisons, au ministère et dans les considérants destinés à éclairer le public, sur la qualité des substances alimentaires. Mais on remarquait pourtant que de tous les intéressés à la question, l'estomac des administrés et l'estomac de l'expérimentateur lui-même étaient les derniers à se rendre à l'évidence de la démonstration. Les procédés d'expérimentation, du reste, n'avaient rien de fort compliqué; les résultats obtenus étaient visibles et palpables pour tout le monde; il était impossible de les révoquer en doute.

3605. Pénétrons donc, pour nous éclairer, dans les procédés de l'expérimentation. Magendie nourrissait des petits chiens pendant un certain temps, tantôt avec du sucre seul pour aliment, tantôt

avec de la gomme, tantôt avec de l'amidon, tantôt avec de l'huile, tantôt avec du beurre; enfin toujours avec une seule substance non azotée (837), et de l'eau distillée pour boisson; mais il leur donnait de l'un et de l'autre à discrétion; en conséquence, dans le cas où le sucre et l'eau eussent été nutritifs, il était impossible que l'animal mourût d'inanition. Et pourtant, au bout de quelque temps, l'animal maigrissait, il ne pouvait plus marcher ni avaler, et il expirait, tantôt plus tôt, tantôt plus tard. Sur ces entrefaites survenait Chevreul, qui trouvait que leur urine n'offrait aucune trace d'acide urique ni de phosphate; que la bile contenait une proportion considérable de picromel, et que les excréments renfermaient très-peu d'azote. D'où l'auteur concluait qu'aucune de ces substances n'est nutritive; et que dans les céréales, c'est le gluten qui est nourrissant. Mais il ne vint pas l'idée à l'auteur d'expérimenter, en administrant le gluten seul à ses petits chiens; ce que la logique, cependant, indiquait hautement comme contre-épreuve; or si l'auteur avait servi du gluten seul à ces pauvres petits animaux, il les aurait vus dépérir aussi vite que par la première méthode; et c'est précisément avec la méthode de Magendie, que Model et Parmentier étaient arrivés à déclarer que le gluten est indigeste; car ces deux auteurs n'avaient nourri des chiens qu'avec du gluten obtenu par la malaxation (1226). Conciliez maintenant les deux résultats avec l'expérience : le gluten ne nourrit pas, l'amidon ne nourrit pas, le sucre ne nourrit pas, l'huile nourrit encore moins; et pourtant le pain de froment, qui est un composé de gluten, d'amidon, de sucre, d'huile, est nourrissant. Il faut avouer qu'il n'y a au monde que la physiologie expérimentale, à qui il arrive de pareils contre-temps; UN ALIMENT EST NUTRITIF, QUOIQU'IL NE RENFERME PAS UN SEUL ÉLÉMENT ALIMENTAIRE!

3606. Du reste, les auteurs d'économie publique avaient précédé de bien loin Magendie et les expérimenteurs académiques, dans cette méthode d'évaluation. Lorsque Papin eut découvert l'action qu'exerçait la vapeur comprimée, sur la transformation des tissus insolubles, et surtout des os; dès qu'il fut parvenu à rendre pulpeuse et gélatineuse la substance osseuse; il pensa à utiliser en faveur du plus grand nombre, les produits qu'alors on jetait aux chiens ou au rebut; il se proposa de faire passer la gélatine (1836) au nombre des substances alimentaires, mais seulement des substances alimentaires destinées au pauvre, qui, comme on le sait, en économie publique, prend rang, tantôt à côté, tantôt un cran au-dessus du genre chien; et, en reportant son esprit à cette époque, où la charité chrétienne seule s'occupait de soulager les classes inférieures, on est forcé de rendre hommage aux vues économiques de Papin, et de lui savoir gré d'avoir voulu donner au pauvre les os à ronger, sous une forme liquide. Mais la France d'alors se montra sourde à l'amélioration; l'administration entrevit bien que les os à ronger ne seraient pas plus du goût du pauvre, sous l'une que sous l'autre forme; Papin alla offrir ses procédés, ses marmites autoclaves et ses produits à Charles II, roi d'Angleterre, roi de cette grande nation dont le paupérisme forme la plus large plaie. Ce roi, préoccupé de la taxe des pauvres, était sur le point de passer marché avec le chimiste français, lorsqu'on lui annonça une députation qui demandait à présenter requête. Cette députation se composait de ses meutes de chiens, qui portaient à leur cou un placet, par lequel ils suppliaient le roi de ne pas les priver d'une substance qui leur revenait de droit de temps immémorial. Dans ce temps de priviléges, le roi respecta celui-là à l'instar de tous les autres; et les courtisans, dont la jovialité ne fait pas toujours le mal, sauvèrent ainsi les pauvres de l'alimentation des chiens.

3607. L'idée de Papin a été reprise par d'Arcet, il y a plus de vingt ans déjà, avec une persévérance et de bonnes intentions dignes d'une meilleure cause, et le succès n'a certainement pas couronné ses efforts. La gélatine, malgré toutes les modifications apportées dans les procédés d'extraction, a trouvé fort peu d'administrations favorables à son introduction dans le régime alimentaire. Le goût des administrés en repoussait l'emploi.

La science des confrères de d'Arcet a cherché à démontrer, par la chimie et la voie expérimentale, la répugnance des administrés et du pauvre. On formerait une bibliothèque, avec tous les *factums* que cette question a fait paraître. Que de notes et de contre-notes pleuvaient, à une certaine saison, sur le bureau de l'Académie des sciences! Que d'articles singuliers n'inséraient pas les journaux incompétents, et jusqu'à *la Tribune* que Gannal rendait alors dépositaire de ses attaques contre la gélatine, et de ses annonces de pain de pomme de terre, pour le pauvre s'entend; car la chimie est essentiellement philanthrope. La malheureuse gélatine avait réuni contre elle, à cette époque, les *gants jaunes* comme les *mains calleuses*, le *Journal des Débats* et *la Tribune*, Donné et Gannal! qui depuis n'ont plus eu qu'une seule

bannière, sous laquelle on ne risque pas de se voir condamné à ne vivre que de gélatine.

Puymaurin avait publié, en 1820, un petit traité pour démontrer qu'en se nourrissant de gélatine, l'ouvrier était dans le cas d'économiser au moins trois sous par jour; on aurait pu en publier un aussi long pour démontrer qu'en ne buvant que de l'eau, l'ouvrier aurait pu en économiser quarante; ce qui eût été treize fois plus économique que par la première méthode. Les adversaires de la gélatine prenaient le contre-pied; Gannal soutenait que la gélatine, non-seulement n'était pas nutritive, mais même qu'elle était un *poison* mortel; il s'en était nourri exclusivement pendant quinze jours, et avait pendant, tout ce temps, éprouvé une fièvre débilitante, qui infailliblement l'aurait conduit au tombeau; et nous n'avons pas de peine à le croire; nous nous demandons seulement de quelle santé de fer est doué l'expérimentateur, pour avoir pu porter si loin le dévouement à la démonstration. Peut-être y a-t-il erreur dans les chiffres; ou bien sera-t-il arrivé à l'expérimentateur quelque chose d'analogue à ce qui arriva à ce pieux archevêque, qui prit, pendant tout le carême, pour un plat de haricots délicieux, un plat de rognons de poulet que lui servait chaque jour à grands frais son *majordome;* et sans doute par pitié pour l'expérimentateur, la dame du logis aura glissé quelque jus un peu plus succulent, dans la ration expérimentale de gélatine. Cependant nous admettons le fait les yeux fermés, et nous félicitons l'auteur d'en avoir été quitte à si bon compte.

3608. Donné (séance du 6 juin 1831) écrivit à l'Académie, pour lui annoncer qu'il avait cherché vainement à faire usage de la gélatine, qu'il en avait été incommodé. Mais l'auteur, obligé de fréquenter un monde assez élevé, et de se ranger autour de certaines tables, sur lesquelles la gélatine, fi donc! n'a jamais certes figuré, aurait dû indiquer depuis combien de jours il avait fait à la science le sacrifice d'une nourriture succulente, afin qu'on fût en état de décider, sur le compte de quel genre de nourriture on devait mettre le genre d'incommodité signalé par l'auteur. Gay-Lussac fit observer, après la lecture de cette lettre sur papier rose, que Donné, avant de trancher une question aussi importante, aurait dû *procéder dans le silence*, et avec plus de précision. Mais une précision qui intéresse l'estomac, ne convient pas à tous les estomacs du monde; et au lieu de reprendre les procédés d'après le programme de Gay-Lussac, Donné eut le bon sens de répondre à la séance suivante, qu'il n'avait eu nullement l'intention de trancher la question, mais seulement de *provoquer de nouvelles expériences;* ce que Donné aurait, sans contredit, pu demander à l'Académie, sans s'exposer à une légère incommodité.

Ce n'est pas autrement que s'y prit Julia Fontenelle, dans la séance du 22 août 1831. Sans étayer sa demande d'une bonne et valable indigestion, il offrit à l'Académie son estomac et celui de plusieurs autres sujets, dont le nom restait en blanc, et qui tous, ainsi que lui, faisaient serment de se soumettre à l'expérimentation qu'une commission était sur le point de tenter, sur la nutrition, au moyen de la gélatine. Les offres acceptées, voici le programme que les sujets de l'expérience avaient rédigé, de concert avec l'expérimentateur d'Arcet: 1° Ils se seraient nourris, pendant quinze jours, uniquement avec des soupes faites avec la gélatine, les végétaux non azotés, du pain et une bouteille de vin. Chaque individu ne devait prendre, en aliments réduits par le calcul à l'état sec, que deux livres de nourriture, terme moyen indiqué par Lagrange. — 2° Après cela les expérimentateurs se nourriraient pendant cinq jours comme à l'ordinaire, et reprendraient les expériences n° 1, avec cette différence qu'au lieu de bouillon de gélatine, on emploierait le bouillon de viande. — 3° Après dix jours de nourriture ordinaire, les expériences seraient reprises, mais en se servant des soupes faites de la même manière, sans bouillon de viande ni de gélatine. — 4° Enfin, au commencement, au milieu et à la fin de chaque expérience chaque expérimentateur serait exactement pesé, et et sa force musculaire essayée au dynamomètre; on tiendrait compte aussi de l'état du pouls, et de tout ce qui pourrait s'offrir pendant l'expérimentation. Par la perte des forces et du poids, ainsi que par les accidents qui pourraient survenir, on aurait jugé du degré de nutrition des substances qui auraient été employées comme aliment (*).

3609. A la faveur de ce programme, la santé des sujets se trouvait certainement moins exposée que par suite du programme de Gannal; et pourtant l'offre, d'abord acceptée, n'a pas eu de suites plus dangereuses pour la science que pour l'estomac de ces messieurs. Il en a été de ce programme, comme de tant d'autres, il est resté à l'état de programme.

3610. A Gannal on opposa Payen (**), qui pro-

(*) *Journal de chimie médicale*, tome VII, pag. 759, 1831.

(**) *Journ. de chimie médicale*, t. VII, pag. 285-287, 1831.

clamait hautement la gélatine aromatisée avec quelques légumes, comme une nourriture excellente et très-substantielle, et par conséquent parfaitement convenable ***aux indigents, disons plus, aux ouvriers***, aux hommes qui supportent de grandes fatigues, de manière à nourrir sainement et abondamment, ***pour*** 10, 12 ***et*** 15 ***centimes par jour, les ouvriers incapables de suffire par leur travail aux besoins de leur famille...*** « C'est ici le lieu de dire, ajoutait l'auteur, que si l'introduction de ces perfectionnements rencontre des difficultés dans les hôpitaux, il n'en saurait être de même pour les prisons, où la ***volonté municipale s'exerce pleine et entière*** et sans intermédiaire, ni pour les maisons de détention, dont aucun bail ne devrait être renouvelé, sans qu'on imposât ces améliorations aux adjudicataires ! Il n'en saurait être de même, enfin, pour les hôpitaux militaires et les casernes, où, d'un seul mot, le ministre de la guerre peut opérer les plus heureux changements. »

Espèce de ***puff***, dont la forme n'avait certainement rien de trop flatteur pour la gélatine, que l'auteur plaçait, de la sorte, au rang des peines imposées et infligées par la loi.

3611. Au journaliste Donné on opposa le journaliste Roulin (séance du 4 juillet 1831), qui écrivit « qu'en 1829, se trouvant sans ressources, avec deux jeunes gens de dix-huit à vingt ans et un nègre de cinquante à soixante ans, sur un plateau des Cordilières, il leur vint dans l'idée de manger rôties leurs sandales, qui étaient de cuir non tanné ; et après en avoir mangé chacun environ un tiers, ce qui ne leur coûta pas moins de deux heures de mastication, ils se sentirent tous étonnamment restaurés. » Or quelle distance d'un plat de gélatine perfectionnée à un rôti de sandales!

3612. Cependant d'Arcet ne cessait d'opposer aux mécréants l'exemple des hôpitaux, où la gélatine est administrée avec succès, aux convalescents et aux malades, à qui on administre avec un égal succès le sucre et la gomme, qui pourtant, d'après Magendie, tuent les chiens, et tueraient les hommes aux mêmes conditions. Et l'auteur n'en tirait pas moins cette conséquence, qu'il fallait donner aux ouvriers, pour se nourrir, ce qui convient aux convalescents ou aux malades condamnés à la diète.

3613. Enfin (séance du 2 avril 1832) survint Edwards, assisté de Balzac, qui, fatigué de toutes ces incertitudes, apporte à la question une précision représentée par une meute de petits chiens et un volume considérable de rédaction. Comme on le voit, il emploie la méthode de Model, Parmentier et Magendie. Il nourrit les chiens avec du pain et de la gélatine, mélange qui, d'après lui, représente la nourriture ***ordinaire*** du chien (ce qui n'est rien moins qu'exact), et il pèse plusieurs fois par jour le sujet de l'expérience. Il conclut que le régime du pain et de la gélatine est nutritif, mais insuffisant ; que la gélatine, associée au pain, a une part effective dans les qualités de ce régime ; que le régime du pain et du bouillon, remplaçant la solution du gélatine dans le régime précédent, est susceptible d'opérer une nutrition complète. » Mais il paraît que ces conclusions n'étaient pas encore assez satisfaisantes pour les partisans du régime gélatineux. Et d'un autre côté, le ***Nouveau système de chimie organique***, paru en 1833, et le n° 1 du bulletin du ***Réformateur***, paru le 8 octobre 1834, avaient bouleversé les termes de la question. Le 16 février 1835, Edwards donne lecture à l'Académie d'un travail nouveau, fruit d'une expérimentation faite sur un régiment entier et toute une école mutuelle (*). Les expériences y doivent être nombreuses, ainsi qu'on le prévoit ; mais comme elles se fondent toutes sur un principe unique, on conçoit que si le principe est faux, toutes ces expériences n'en valent plus la moitié d'une bonne. Or ce principe consiste à évaluer la nutribilité d'une substance alimentaire, par la force musculaire déterminée au dynamomètre, immédiatement après l'ingestion. Les auteurs essayaient au dynamomètre la force musculaire du sujet, avant le repas et après le repas, le matin, à midi, le soir. Le principe ne pouvait être formulé d'une manière plus simple ; mais il est malheureusement de toute espèce de fausseté ; et l'expérience de chaque jour nous apprend suffisamment qu'une substance peut accroître considérablement notre force musculaire, à un moment donné, sans être pour cela nutritive ; que tel événement, dont l'impression morale dévore notre santé, augmente avec l'irritabilité notre force musculaire ; qu'enfin il est des substances qui commencent par porter au dynamomètre la force musculaire à un degré de puissance extraordinaire, et qui nous jettent immédiatement après dans une prostration de forces voisine de la mort. Qui ne sait qu'après une longue altération, un verre d'eau donne au voyageur une force nouvelle ? Faudrait-il en conclure que l'eau seule suffit à la nutrition ? L'eau-de-vie accroît la force musculaire dans les premiers moments qu'elle séjourne

(*) Voyez *Bulletin scientifique et industriel* du Réformateur, n° 132, 18 février 1835.

dans l'estomac ; l'eau-de-vie devrait dès lors, d'après les expériences d'Edwards, être rangée parmi les substances nutritives, au même titre que la gélatine. Qui ne sait encore que certaines personnes, à jeun, possèdent une force musculaire bien plus grande que dans les premiers moments de la digestion la plus normale? Par quelle étrange aberration d'esprit aller voir, dans les signes d'une surexcitation, les signes de la digestion? Le travail d'Edwards et Balzac ne saurait donc être à nos yeux que la plus prodigieuse perte de temps, que nous ayons jamais rencontrée, dans les annales de la physiologie académique.

3614. En même temps que se débattait la question de la gélatine, s'agitait la question du pain artificiel, mais du pain pour le pauvre. L'économie publique n'a pas assez de pain blanc de boulanger pour en nourrir tout le monde ; la chimie s'offrait à lui fabriquer atomistiquement un pain de laboratoire, qui n'aurait coûté que 6 sous les quatre livres. L'un composait du pain avec de la paille, et un pain aussi bon que le pain de froment de deuxième qualité ; l'autre modifiait son pain artificiel de mille manières différentes ; Gannal portait régulièrement, chaque semaine, un quartier de pain, au bureau des journaux populaires, avec un article en faveur ; et je ne sais pas, à mon goût, quel était le pire, de l'article ou du trognon de pain. « Sa théorie (*), mal inspirée sans doute par la lecture du *Nouveau système*, admettait que le gluten n'est pas nutritif ; que son rôle se borne, dans la panification, à former une espèce de réseau cellulaire qui s'oppose au dégagement du gaz et rend le pain plus léger ; que le gluten ne subit aucune altération pendant la panification ni pendant la digestion. » D'après ces principes et d'autres de cette force, Gannal offrait, en dernier lieu, à l'Académie des sciences, pour 6 sous les quatre livres, un pain fait avec un mélange de 10 kil. de farine, 20 kil. de fécule de pomme de terre, 200 gr. de sucre brut, 180 gr. de levûre, 250 gr. de sel, 11 litres d'eau, le tout fournissant 22 pains de 2 kil. — En un mot les articles publiés alors par cette pauvre presse incompétente, ressemblaient assez au chapitre de l'Évangile sur la multiplication des pains.

Mais ce qu'il y a de plus singulier dans toute cette affaire, c'est, après de si belles annonces, l'indifférence que n'ont cessé de montrer, et les pauvres, et les avares, et les boulangers. Quoi! l'on sacrifie sa fortune et sa santé, pour donner à ce malheureux public, au prix de 6 sous les quatre livres, un pain excellent et moins indigeste que l'autre ; et l'ingrat public fait fi de l'offre, et continue à courir, chez le boulanger, payer, jusqu'à 16 sous les quatre livres, un pain qui lui donne des indigestions à son insu ! Vous vous plaignez de la faim, on vous sert, pour 2 sous, un plat de gélatine capable de rassasier toute une famille, pour 1 sou et demi un pain blanc que l'on digère comme du biscuit ; et vous vous récriez encore ! et vous n'y touchez pas ! Incorrigible nation !

(*) *Journal de pharmacie*, tom. XIX, page 321, 1833.

3615. Quoi qu'il en soit de l'ingratitude de la nation, ces hautes prétentions de la chimie nous rappellent involontairement la mauvaise plaisanterie de Chaptal, qui parvint à faire accroire à l'un de ses convives, que le poulet qu'on lui servait était un produit chimique, sorti tout chaud de ses matras.

3616. Ce qui ressortait le plus clairement de ce conflit d'annonces et de discussions, c'est que pas un des partisans de l'une ou de l'autre espèce d'alimentation ne s'était fait une idée quelconque des caractères auxquels on aurait pu reconnaître la propriété nutritive. Mais si nul d'entre eux ne la connaissait, chacun d'eux formait à cet égard la même hypothèse ; la substance nutritive devait être une substance *sui generis*, qui agirait aussi bien isolément que mélangée, et qui, pour nourrir, n'aurait eu besoin que d'être introduite dans l'estomac et d'être mise en contact avec les surfaces intestinales. On ne formulait pas aussi nettement la question ; mais c'est du moins la formule que l'on est en droit de déduire, du mode d'expérimentation adopté par les auteurs de l'un et l'autre camp. Nous allons procéder par une autre méthode ; nous allons commencer par chercher la définition de la substance nutritive, avant de nous occuper à la peser, à l'admettre ou à la nier dans un aliment ; et pour arriver à la définition de la substance qui nourrit, nous remonterons jusqu'au mécanisme de la fonction qui digère.

## § III. *Théorie de la digestion.*

3617. Il n'est pas un animal, à quelque classe qu'il appartienne, que la nature ait jamais nourri exclusivement avec l'une des substances que Magendie avait choisies pour nourrir ses petits chiens. Nulle part on n'a trouvé des larves d'insectes même, se nourrissant de sucre en pain ou liquide ; les infusoires mêmes ne se montrent ja-

mais dans la solution de gomme arabique pure ni dans l'empois non fermenté. On voit bien des êtres animés du bas de l'échelle vivre longtemps d'une seule nourriture, les uns rongeant toujours la même feuille, les autres toujours la même tige, les autres toujours la même racine, depuis l'époque de leur éclosion jusqu'à celle de leur métamorphose. Mais si simple que paraisse cette nourriture, elle ne saurait être considérée comme une substance simple et immédiate, comme un principe isolé; bien au contraire; il n'en est pas une de ce genre qui ne réunisse dans ses tissus, un assez grand nombre de substances immédiates organiques et de sels. Parmi les classes d'une organisation supérieure, que les individus soient herbivores, carnivores ou omnivores, il en est peu qui fussent capables de traîner bien loin leur existence, s'ils étaient condamnés à ne vivre, je ne dirai pas que d'une seule substance, mais d'une seule nourriture, alors même que cette nourriture alimentaire serait la plus riche en substances *sui generis*. L'homme ne saurait vivre de pain seul; le chien lui-même ne tiendrait pas longtemps au pain et à la soupe. Le cheval varie son alimentation au moins de trois manières; et le foin seul ne lui conviendrait pas toujours, sans la paille et l'avoine.

3618. Ainsi la digestion n'est pas un acte simple et auquel suffise une seule substance; elle n'a lieu d'une manière normale qu'avec plusieurs à la fois. Il n'est donc pas une seule substance simple qui soit nutritive à elle seule; cherchons à évaluer combien il en faut, pour concourir à la nutrition.

3619. Si nous voulons nous représenter, par une analyse approximative, la somme des substances qui rentrent dans la composition de chacun des aliments dont se nourrit habituellement un animal, il nous sera facile de nous convaincre qu'il ne digère pas une seule fois, sans que le bol alimentaire renferme simultanément une substance saccharine ou saccharifiable (3239), et une substance albumineuse (1496) ou glutineuse (1226), quelle que soit l'uniformité ou la variété de son régime alimentaire. Le pain renferme en abondance du sucre, de l'amidon saccharifié ou saccharifiable, et du gluten. La viande ordinaire renferme moins de sucre et plus de tissus albumineux; mais la viande des jeunes animaux est aussi riche en sucre qu'en albumine. Le foin, composé en général de graminacées, est riche en sucre et en gluten; chaque espèce de graminacée étant un diminutif de la canne à sucre. Enfin, jusque dans la tige que ronge cet insecte, jusque dans le champignon où s'emprisonne cette larve; jusques, enfin, dans les excréments que roule le scarabé sacrée, la substance saccharine se trouve associée à la substance glutineuse ou albumineuse.

3620. En conséquence, la digestion s'opère d'une manière normale, lors même qu'elle n'a à s'exercer que sur un bol alimentaire composé uniquement de sucre et de gluten ou albumine; elle ne s'opère jamais en l'absence de l'une ou de l'autre de ces deux substances; chacune d'elles, isolément prise, est indigeste. La conséquence inévitable est que la nutrition s'opère par le concours de ces deux substances, et par l'une des conséquences de leur intime association.

3621. Or que se passe-t-il sous nos yeux, lorsque nous abandonnons à lui-même un mélange de sucre et d'albumine ou de gluten? Ces deux substances réagissent l'une sur l'autre, par un mouvement intestin et mystérieux que nous désignons sous le nom de fermentation. Le produit de cette mutuelle réaction consiste en alcool, qui reste dans le liquide en plus grande partie, en acide carbonique et en hydrogène qui se dégagent avec effervescence à l'état de gaz. Que si la quantité de gluten rentre au mélange dans une proportion telle, qu'il en reste dans le liquide, après que le sucre en a entièrement disparu, il s'établit une nouvelle réaction, entre l'alcool d'un côté et le gluten de l'autre, dont le produit est la formation d'acide acétique, aux dépens des deux éléments de cette seconde fermentation. Or, dans quelque vase que se trouvent déposées ces deux substances fermentescibles, elles devront se comporter ensemble d'après les mêmes lois chimiques; l'acide sulfurique, mis en contact avec un carbonate calcaire, donnera lieu à la formation d'un sulfate de chaux, et à un dégagement de gaz acide carbonique, que la réaction ait lieu dans une cucurbite ou dans l'estomac. Non pas que nous prétendions en rien assimiler ici les parois inertes de la cucurbite aux parois vivantes de l'estomac, considération qui est tout à fait étrangère à la question, et dont nous n'avons nul besoin de démontrer l'absurdité. Mais enfin, sans nous occuper ici du contenant, il est évident que nous sommes en état de connaître et d'établir la réaction du contenu; donc, dans l'estomac, le sucre et le gluten réagiront à mesure que le mouvement du bol alimentaire les mettra en contact; donc il se produira une fermentation alcoolique, si le sucre et le gluten existent en égales proportions,

et puis une fermentation acétique s'il reste du gluten après que le sucre aura été décomposé. Or l'expérience et l'observation démontrent que c'est par cette dernière espèce de fermentation que passe le bol alimentaire, avant de se rendre dans les intestins; on le trouve fortement acide, et son acide est de l'acide acétique.

3622. La digestion stomacale est donc l'analogue de la fermentation acide du sucre ou substances saccharifiables. et du gluten. La nutrition, dans le premier des appareils de la digestion, a donc lieu aux dépens des produits d'une fermentation acide.

3623. Mais, examiné à cette époque, le bol alimentaire est une espèce d'émulsion ou de gluten, d'huile, et autres substances dissoutes par l'acide, ou tenues en suspension faute d'une quantité assez considérable de menstrue. Ce n'est donc pas à la faveur de ce menstrue que toutes ces substances albumineuses et oléagineuses passent dans le sang, qui est un liquide alcalin. Pour passer dans le torrent de la circulation, ce produit acide de la fermentation stomacale doit venir se saturer et s'alcaliser, en se mélant à la bile dans le duodénum (3600).

3624. Nous avons dit que la fermentation saccharine n'avait jamais lieu sans dégagement de gaz acide carbonique et d'hydrogène; et pourtant, dans l'état normal de la digestion, rien de gazeux ne s'échappe au dehors de l'œsophage; l'éructation, qui soulage après certaines digestions, étant un accident passager ou maladif, et les animaux herbivores n'ayant pas même cette faculté. Il se dégage en abondance, dans l'estomac, de l'acide carbonique et du gaz hydrogène; et ce dégagement n'arrive point au dehors et ne météorise en aucune façon la panse stomacale ni le canal intestinal; donc l'acide carbonique et l'hydrogène sont absorbés par les parois stomacales; donc la nutrition paraît avoir lieu spécialement sous forme gazeuse, dans l'estomac.

3625. En résumé, la digestion s'explique par la fermentation. La fermentation est une opération complexe; nulle substance immédiate ne fermentant seule et abandonnée à elle-même. La propriété nutritive d'une substance alimentaire n'est que la propriété fermentescible de cette substance; elle est nulle, tant que la substance alimentaire ne se trouve pas en présence du complément de la fermentation. Il est donc absurde, pour évaluer une propriété, qui ne se manifeste qu'avec le concours de deux choses, de n'administrer que l'une des deux isolément. En conséquence, le sucre, isolément pris, sera indigeste, non pas parce qu'il n'est pas nutritif, mais parce que, pour donner lieu à des produits nutritifs, il manque de la substance complémentaire de la fermentation, de la substance glutineuse. Il en sera de même du gluten isolément pris.

## § IV. *Applications pratiques et économiques.*

3626. Classification des substances alimentaires (*). — Les substances alimentaires sont donc celles qui possèdent, en quantité suffisante, au moins une des deux substances complémentaires de la fermentation digestive, pures de tout mélange capable d'empêcher ou de suspendre le phénomène de la fermentation. Parmi ces substances alimentaires, les unes pourront donc se trouver nourrissantes, seules et sans avoir besoin d'aucune espèce d'association; les autres ne sauraient l'être qu'associées ensemble. En effet, les unes seront riches en substances saccharifiables et en substances glutineuses à la fois; les autres ne posséderont que l'un ou l'autre de ces deux ordres de substances. Les farines, et surtout celle du froment, sont dans le premier cas; la canne à sucre d'un côté, et les feuilles de chou de l'autre, se rangent presque dans le second. Nous diviserons en conséquence les substances alimentaires en deux ordres : les substances complétement nourrissantes, ou *substances saccharo-glutineuses*; et les substances partiellement nourrissantes, qui se composeront des *substances éminemment saccharifères* d'un côté, et des *substances éminemment glutineuses* de l'autre.

3627. Mais, à la suite des substances nourrissantes, il nous semble qu'il serait rationnel d'établir un nouvelle catégorie de substances, qui seraient les *substances* seulement *assimilables*, celles à qui les produits de la fermentation stomacale servent de véhicule, pour passer dans le torrent de la circulation. Les substances résineuses et oléagineuses, et les sels inorganiques eux-mêmes, rentreraient dans cette catégorie. L'action de ces substances serait, non pas de contribuer à la fermentation stomacale, mais de trouver, dans les produits de cette fermentation, un menstrue favorable à leur assimilation, à leur absorption. La fermentation stomacale profiterait, par le dégagement de ses gaz, à la nutrition de

(*) Voyez *Nouveau système de physiologie végétale et de bot.*, § 2084.

l'estomac et des organes qui en dépendent ; elle fournirait un premier menstrue à l'albumine, aux huiles, aux résines et aux sels, qui, en s'alcalisant par la double décomposition duodénale, se prêteraient dès lors à l'aspiration des surfaces intestinales, pour passer dans le sang.

3628. CONJECTURE SUR L'ASSIMILATION SPÉCIALE A L'ESTOMAC. — La propriété d'aspirer les fluides ne saurait être affectée exclusivement aux seules parois intestinales ; l'analogie indique assez hautement que les parois de l'estomac aspirent aussi puissamment que ces dernières. Nous avons vu qu'elles aspiraient les gaz dégagés par la fermentation stomacale, et cette aspiration est celle qui contribue si puissamment à l'assimilation végétale ; mais nous savons, d'un autre côté, que le lait de la femme et des femelles, ce liquide qui se rapproche tant d'un produit végétal du même nom, s'imprègne instantanément de certaines substances ingérées dans l'estomac (3396) ; nous savons que les urines prennent immédiatement l'odeur de certaines substances ingérées ; or, dans l'intestin grêle, le bol alimentaire n'offre aucune trace de ces substances odorantes ou vireuses ; donc ce n'est pas par les vaisseaux chylifères que ces substances passent dans le lait et dans les urines ; il faut donc admettre que c'est par les parois stomacales ; et il nous est permis au moins de soupçonner déjà l'existence d'organes qui puisent immédiatement une portion de leurs matériaux dans la panse de l'estomac.

3629. ABSORPTION DES SUBSTANCES MÉDICINALES. — C'est encore par les parois de l'estomac que les médicaments sont absorbés, pour aller porter presque immédiatement aux organes, et surtout aux glandes élaborantes, la substance qui leur manque ou celle qui leur nuit. C'est par cette voie que les poisons organiques sont, non pas décomposés, comme le disait l'ancienne chimie, mais aspirés ; car s'ils étaient décomposés dans l'estomac, ils cesseraient dès lors d'être funestes ; et il aurait dû paraître contradictoire dans les termes, à la médecine légale, qu'on puisse retrouver dans l'estomac, en poids et en volume, une substance dont l'ingestion a causé la mort ; ces sortes de substances n'agissent certainement pas à distance et par influence.

3630. En conséquence, les deux organes de la digestion sont aussi deux organes de différente nutrition ; les produits absorbés par le sang arrivent immédiatement au torrent circulatoire ; à quel ordre de circulation et d'élaboration arrivent immédiatement les autres ? serait-ce à l'organisation nerveuse ? Arrêtons-nous avec les faits, et contentons-nous d'avoir signalé à l'attention cet antagonisme.

3631. INFLUENCE DU RÉGIME ALIMENTAIRE SUR LES HABITUDES MORALES DE L'INDIVIDU. — Il y a bien longtemps que les philosophes ont constaté cette influence; ils avaient reconnu combien l'habitude d'une nourriture plus végétale qu'animale imprimait de la mansuétude au caractère et de la bonté aux passions ; combien, au contraire, en augmentant la force musculaire, la nourriture animale donnait à l'homme de l'énergie morale et le despotisme de la volonté. C'est dans les climats tempérés, dans le berceau historique des races humaines, que cette distinction frappa les regards des premiers observateurs, et c'est dans les mêmes lieux qu'elle se montre encore aussi tranchée qu'alors. Dans les contrées septentrionales, où la nourriture doit rendre à l'homme la chaleur que le climat lui refuse, cette règle générale offre sans doute de nombreuses exceptions. Une alimentation insuffisante influe en un certain sens autant sur le moral qu'une nourriture surexcitante. La souffrance, en effet, engendre l'antipathie, et la souffrance vient autant de la privation que de l'excès. Dans les pays septentrionaux, où la vie est tout artificielle, les règles primitives s'effacent de mille manières, pour se prêter à toutes les exigences de cette nouvelle position. La nourriture végétale des Indous serait aussi pernicieuse à l'ouvrier du Nord, que la nourriture éminemment animale l'est aux Indous. Mais cependant, à travers le nombre des exceptions, il est facile d'apercevoir encore, parmi nous, la règle de l'alimentation primitive, et de constater l'influence de la sobriété, de la frugalité et de la diète, sur le moral d'un caractère auparavant désordonné. Quant à l'influence de la nourriture éminemment animale, elle est paralysée, chez l'homme civilisé, par l'éducation, l'exemple, le besoin de s'entr'aider, et surtout cette morale héréditaire, qui a fini par passer, pour ainsi dire, jusque dans le sang de la population. Les peuplades du Nord, essentiellement carnivores, étaient, il y a quinze cents ans encore, bien plus barbares que leurs descendants, qui ne sont pas moins carnivores qu'eux.

3632. Mais il en est de ces discussions relatives aux influences sur le moral, comme de celle qui s'est établie sur les propriétés nutritives des

substances alimentaires (3616); elles ne se prolongent et n'enfantent tant de volumes que parce que la question a été mal posée ou n'a pas été posée du tout. Qu'est-ce que la bonté, qu'est-ce que la méchanceté? Le tigre est-il méchant, l'agneau est-il bon? Quand il s'agit de répondre, l'homme ne manque pas de s'interposer comme point de mire, et la question ne se décide réellement que par rapport à lui; il est le juge et le témoin, l'accusateur et le plaignant. Le tigre est féroce, parce qu'il nous dévore; l'agneau est bon, parce qu'il se laisse dévorer par nous. Mais la tigresse repue ne dévore plus personne; dans ce cas, elle nous paraît atteinte sans doute d'un accès anomal de bonté; cependant qu'à ce même moment on lui arrache sa progéniture, elle mettra d'un bond le téméraire en lambeaux, et se ruera sur les baïonnettes, à la gueule du canon, et elle jonchera la terre de morts. Arrachez à la brebis sa progéniture, elle bêle et la laisse emporter. Qu'est devenue, dans ce cas, la bonté de la brebis et la férocité de la tigresse? Les tigres, dit le proverbe des nations, ne se dévorent pas entre eux; ils ne tuent les autres animaux que pour en faire leur pâture. Les hommes se tuent par vengeance et non par besoin; et ceux d'entre eux qui tuent avec une certaine raison dont on puisse se rendre compte, sont les anthropophages, qui tuent pour manger. L'homme civilisé tue pour laisser son ennemi sur place, et pour s'en aller content de l'avoir tué. Quel bouleversement d'idées dans notre manière de nous exprimer! quel langage de convention nous a légué la scolastique! Ramenons-le à la nature.

3643. A l'état sauvage, l'animal, à qui l'espace ne manque point, et qui, partout où il porte ses pas, ne rencontre que lui-même qui soit digne de fixer son intérêt, l'animal n'a que deux pensées qui l'obsèdent: se soustraire à son ennemi, et fournir à sa nourriture; manger et n'être pas mangé. Par la ruse, il évite le danger; par la force, il fournit à sa faim incessante. S'il est herbivore, il dévaste et moissonne les produits du sol; mais il se garde de toucher à la plante qui ne lui offre rien d'agréable; il broute vos herbes, il respecte vos fleurs. S'il est carnivore, il tue pour se nourrir; mais il ne tue que l'animal dont il affectionne la chair, et laisse passer l'autre tranquille. Jusque-là tout est normal; je ne vois ni bonté ni méchanceté, mais égoïsme et instinct dans les circonstances ordinaires, et chez certains, et spécialement chez les animaux carnivores, un dévouement à la conservation de leur progéniture aussi sublime qu'attendrissant. Les animaux de la même espèce, réunis entre eux, ne se nuisent jamais, tant que la nourriture abonde; ils se la disputent, dès qu'elle vient à manquer; et dans ce cas, comme dans tous les cas de nécessité, la raison du plus fort est toujours la meilleure.

3634. Il semble n'en être plus de même, quand on arrive à l'homme vivant en société; et les anomalies deviennent d'autant plus nombreuses que la société est plus compacte, et que chacun a ses coudées moins libres et moins franches. Tout à coup l'histoire naturelle s'enrichit de deux nouveaux termes, la méchanceté et la bonté; de deux nouvelles modifications de l'espèce, le méchant et le bon. Méchant ou bon envers ses semblables; car, dans ce rapport, les animaux d'une autre espèce ne sont comptés pour rien: le boucher qui tue le bœuf dont je me nourris, n'est pas plus placé dans la catégorie des hommes méchants, que le bourreau qui me délivre de l'homme que la société redoute. Qu'est-ce donc que l'homme méchant? est-ce celui qui se plaît à torturer, pour le plaisir de faire souffrir, à tuer pour le plaisir de voir couler le sang? Celui-là est une exception des plus rares; les fastes judiciaires en offrent à peine un exemple complet tous les cinq ans, et alors encore cette exception a à peine la valeur du 53 millionième de la règle générale. C'est un être maudit de Dieu, un malade marqué du sceau de la fatalité, criminel et non coupable, odieux plutôt que digne de haine. A quels signes reconnaît-on le méchant? Le méchant est celui qui me vole, pour vivre à mes dépens; qui tue celui qu'il a volé, pour se débarrasser d'un témoin qui pourrait le faire tuer; qui me ravit mon bonheur, mais afin d'en faire son bonheur en propre; qui rend à mon corps, par un coup de poignard, le mal que j'ai fait par un mot, un geste, ou un rapt à son cœur et à son esprit! Le méchant est celui qui me repousse, parce qu'il me hait et n'aime pas à me voir, ou parce qu'il me craint; mais dans toutes ces sortes de cas, le mal qu'il me fait n'est que la question secondaire et consécutive; le bien qu'il se fait à lui-même est le point principal de la question; dans la perspective qui l'attire, la première question apparaît à peine dans le lointain, la seconde occupe le premier plan et absorbe toute l'attention du coupable; cet homme, si peu normal par rapport à moi, est, en définitive, moins une exception qu'une application malheureuse de la règle générale; je le vois affamé, avant de le voir voleur; épouvanté, avant de le voir assassin ou bourreau; égaré par la fureur, avant

de le voir assouvir sa vengeance ; brûlant d'un amour aussi violent que le plus durable, avant d'être adultère et ravisseur ; enfin je vois qu'un besoin plus ou moins illégitime est le mobile de toutes ses perfidies et de toutes ses cruautés ; il est, en un mot, méchant pour moi au même titre que le tigre ; il l'est jusqu'à ce qu'il soit repu ; il l'est tant qu'il lui manque quelque chose, et jusqu'à ce que ses besoins sociétaires ou naturels aient été satisfaits. Mais les besoins de l'individu sont en rapport constant avec son organisation ; ils croissent avec ses forces musculaires et digestives, avec l'orgueil de son éducation. Or, dans une société nombreuse et entassée, où chacun possède un peu, mais pas assez, celui qui manquera de plus de choses dont il éprouvera le besoin, sera nécessairement le plus méchant des hommes, et toute alimentation qui tendra à augmenter l'énergie de ses organes devra, en augmentant la puissance de ses besoins, tendre à ajouter un caractère de plus à sa méchanceté et à son impatience. Au milieu de l'abondance, cet homme aurait peut-être été l'homme le plus sociable et le plus généreux ; mais placez l'homme le plus doux sur le radeau de *la Méduse*, et il finira par devenir anthropophage. Toute alimentation, au contraire, qui tendra à diminuer l'énergie de l'élaboration des organes, en alimentant leur vitalité, aura pour conséquence immédiate, de rendre l'homme moins nuisible à ses semblables, en le rendant moins nécessiteux, de le rendre plus bienveillant, en le rendant plus faible ; plus compatissant envers ceux qui souffrent, par la comparaison du mal qui le fait souffrir. Que l'économie publique arrive à donner à chacun ce qu'il lui faut ; et elle aura effacé, d'un seul trait, le bien et le mal, du catalogue sur lequel elle inscrit les actions des hommes. Mais pour la physiologie générale, le méchant ne saurait être qu'une anomalie, la méchanceté qu'un état maladif de la classe des aliénations mentales, qu'une perturbation et non une loi.

3635. Et pour en revenir à la question qui nous occupe, il ne faut plus dire que la nourriture animale influe sur les passions mauvaises, et la nourriture végétale sur les passions bienveillantes ; mais seulement que la nourriture animale accroît les forces, et partant les besoins ; et la nourriture végétale, par une action contraire, rend l'homme inoffensif, en le rendant moins exigeant ; que par l'une, l'homme devient dominateur et violent ; que par l'autre, il reste désintéressé et paisible ; que l'un s'agite, et l'autre contemple ; celui-*là* manque et il ravit aux autres ; celui-ci en a toujours de trop, et il partage volontiers avec ses semblables ; car vivre avec ses semblables est la loi gravée en lettres de feu sur l'organisation des deux.

3636. **Alimentation et substances alimentaires.** — La digestion étant une fermentation spéciale, et la fermentation étant le résultat du concours de deux substances au moins (3625), on conçoit maintenant tout ce qui manquait, pour se trouver d'accord entre eux et avec la nature, aux deux camps académiques qui avaient pris l'un ou l'autre parti, sur la nutribilité des substances alimentaires ; c'est l'histoire de toutes les polémiques interminables, il ne faut qu'un mot pour les éteindre ; mais, sans ce mot, elles durent des siècles. Lorsque Model, en nourrissant ses chiens avec du gluten, déclarait que le gluten seul ne les nourrissait pas, il avait parfaitement raison. Lorsque, par la même méthode, Magendie, après avoir nourri ses petits chiens avec du sucre ou de l'amidon, déclarait avoir vu périr d'inanition les sujets de son expérience, il avait également raison ; mais ils avaient grandement tort l'un et l'autre, quand, d'un fait aussi incomplet, ils cherchaient à déduire une théorie générale, et refuser, l'un au gluten et l'autre aux substances non azotées, la faculté nutritive. Le sucre seul ne nourrit pas, le gluten seul ne nourrit pas ; parce que, pour les rendre nutritifs, il faut les associer ensemble.

3637. Or c'est lorsque la question se transporta sur le terrain de la gélatine, que la confusion introduite par la physiologie expérimentale, dans le langage de l'économie publique, se fit sentir dans toute sa plénitude, et donna lieu aux plus bizarres assertions ; et, il est juste de le dire, celui qui s'éloignait le moins du vrai, c'était d'Arcet, que l'on a vu un moment abandonné de tout le monde ; l'absurdité, résultant de la position de la question, semblait s'être réfugiée tout entière dans le camp des ennemis de la gélatine ; et quand ceux-ci entreprenaient de substituer un genre d'alimentation de leur fait à cette substance abhorrée, ils ne manquaient jamais de proposer pire encore. Dieu nous garde d'être jamais condamnés à ronger le pain de leur fabrique ; jamais, soyez-en sûrs, les chiens du roi d'Angleterre ne présenteront requête (3606), à l'effet de réclamer le privilége exclusif de ce genre d'alimentation.

3638. La gélatine administrée seule n'est pas un poison, car elle nourrit associée à autre chose ;

comme elle n'est pas une substance simple, mais un mélange assez compliqué de toutes les substances nutritives qui entraient dans la structure des os (1857), elle doit être, si elle a été bien préparée, beaucoup plus nutritive que l'amidon ou le sucre administrés isolément, et aussi nutritive que le gluten, qui, si bien malaxé qu'il puisse être, n'en renferme pas moins, en quantité appréciable, un peu de toutes les substances qui existaient dans la farine avant la malaxation. Les substances que d'Arcet ajoutait à la gélatine, pour l'*aromatiser*, servaient plus qu'à aromatiser; elles apportaient à la gélatine une espèce de complément de la fermentation; car les carottes, les oignons, etc., sont riches en substances saccharines (3251); et, ainsi préparée, la gélatine acquérait un degré de nutribilité de plus.

3639. Mais, après toutes ces préparations, la gélatine manquait encore de trop de choses, pour pouvoir être assimilée, sous le rapport de la nutrition, aux substances ordinaires que l'on sert sur nos tables; en effet, la gélatine existe dans les os (1784) à l'état le plus avancé des tissus; l'élément basique (863) en forme la principale portion, l'élément organique n'en est que l'accessoire; la transformation de l'os en matière pultacée ou gélatiniforme, n'ajoute qu'une forme nouvelle à la combinaison, mais non un élément nouveau de nutrition. Or les formes ne nourrissent pas, elles ne sauraient qu'aider au mécanisme de la digestion. Mais cette transformation elle-même n'est obtenue qu'aux dépens de la substance nutritive; la puissance de la vapeur, en broyant les os, altère la substance organique; qui voudrait toucher à une viande qui, avant d'être mise au pot, aurait passé par la machine à Papin? Donc, toutes choses égales d'ailleurs, la gélatine, quelque chose qu'on y ajoute, n'aura jamais plus que les os les qualités nutritives de la viande, pour l'alimentation de l'homme; et si l'on veut en nourrir les chiens, il n'est pas nécessaire de faire tant de frais pour transformer les os de la sorte.

Nous sommes loin de nier pourtant qu'on ne puisse administrer avec succès des bouillons gélatineux aux malades, eux que la diète nourrit et que l'eau gommée sustente; mais je ne sais pas comment les partisans de la gélatine n'ont pas aperçu que l'argument qu'ils invoquaient, en cette circonstance, tournait entièrement contre eux, et que, puisque la gélatine convient si bien aux malades, il était par cela seul évident qu'elle ne saurait convenir à l'homme sain; que, puisqu'elle est inoffensive pour l'homme à qui l'on défend de manger, elle ne saurait apporter quelque chose de profitable à l'estomac à qui il est défendu de jeûner.

3640. Si la gélatine par elle-même n'est rien moins que complétement nutritive, et rien moins que pure de toute espèce d'altération, son association avec des substances d'une bonne qualité, telles que le jus de viande ordinaire, ne saurait la rendre meilleure et plus profitable; le *moins*, associé au *plus*, ne devient pas *plus* pour cela; mais toutes les fois que vous associez une substance d'une qualité inférieure à une substance d'une bonne qualité, vous falsifiez, vous détériorez, au lieu d'améliorer; vous gâtez ce qui est bon, et vous ne changez en rien ce qui est mauvais. La prétention d'ajouter la gélatine au bouillon de viande était une de ces prétentions en désespoir de cause, qui péchait contre les règles les plus ordinaires de l'économie domestique et du régime alimentaire.

3641. Ne croyez pourtant pas que la chimie, qui fabriquait des pains, fût plus rationnelle dans ses inductions et plus heureuse dans ses résultats que la chimie qui nous trempait des soupes; bien au contraire. Les partisans des soupes économiques se trompaient; mais les annonces de pains artificiels, et nous en avons acquis la preuve, mentaient au public, sous l'égide de la science incompétente, et sous un masque propre à usurper la popularité; les échantillons de pain qu'on déposait aux journaux, si détestables qu'ils fussent au goût, n'étaient cependant pas encore fabriqués d'après la formule préconisée. Mais sans nous occuper ici de la machination et du savoir-faire, et, en nous renfermant dans la question purement théorique, nous allons, je crois, mettre dans tout son jour l'absurdité de la philanthropique prétention.

3642. On ne saurait nier que, jusqu'à ce jour, le meilleur pain à la bouche et à l'estomac de l'homme soit encore le pain de pur froment; et pour le démontrer par la voie expérimentale, il n'est pas nécessaire, il serait même absurde de consulter à cet égard l'estomac des grands ou des petits chiens; nous en avons pour garant l'estomac des milliards de populations qui, depuis quatre mille ans, ont laissé des traces écrites de leur passage sur la terre. Or la farine qui sert à fabriquer le meilleur de ces pains, est celle qui renferme en plus grande portion de l'amidon et un gluten malaxable (1531). Diminuez l'une ou l'autre de ces deux substances complémentaires

de la fermentation digestive, prenez une farine dont le gluten se prête plus difficilement à la malaxation, ou dans laquelle l'amidon rentre pour une moins grande partie, et dès ce moment, quoi que vous fassiez, vous obtenez un pain d'une qualité inférieure. S'il existait dans la nature une substance qui fournît les deux éléments de la fermentation panaire, dans de plus heureuses proportions que la farine de pur froment, il faudrait la proclamer substance éminemment alimentaire; mais jusqu'à ce jour ni l'art chimique ni l'art agricole n'ont pu ravir une seule barbe d'épi à l'antique couronne de la blonde Cérès. Cependant nous n'avons pas de cette farine pour tout le monde; la population augmente, et la production de nos champs reste stationnaire; trente-cinq millions d'hommes sont forcés de vivre aujourd'hui, de la même quantité de produits environ qui, en 1789, suffisait à peine à contenter vingt-cinq millions d'habitants de la terre de France; aujourd'hui personne n'a de trop, et beaucoup de gens manquent. Voici comment la chimie industrielle a cherché à combler le déficit: Tantôt elle a haché menu la paille, et elle a jeté la poudre dans la pâte de froment; tantôt elle a fait bouillir des pommes de terre et les a pétries tout entières avec la farine de froment; tantôt, enfin, elle s'est contentée, pour ne pas nuire à la blancheur de la pâte, de mêler de la fécule de pomme de terre à la farine. De cette manière, sous le rapport du poids et du volume, on pourrait, avec la même quantité de farine de froment, multiplier les pains à l'infini; mais on aurait détérioré d'autant, dans la même progression, les qualités sapides et nutritives de la farine. En effet, par la poudre de paille, on aurait introduit encore plus de ligneux et de *son* (1352), dans la farine, que les procédés perfectionnés de la mouture n'en avaient éliminé à si grands frais; il en est à peu près de même, en mélangeant les pommes de terre bouillies avec la farine, le parenchyme des pommes de terre étant éminemment ligneux et nullement glutineux. Quand à la fécule seule, il est évident que la quantité introduite n'ajoute au pain qu'une substance inerte et indigeste, puisque la farine de froment n'est éminemment alimentaire que parce que le gluten et l'amidon s'y trouvent en des proportions convenables pour se saturer et se compléter mutuellement; la balance étant exacte, vous détruisez l'équilibre, en ajoutant l'un ou l'autre des deux éléments; vous rendez donc la farine moins alimentaire qu'auparavant; vous détériorez ce qui était excellent; vous n'améliorez pas ce qui était de qualité inférieure; vous augmentez le poids au détriment de la substance. Ce genre d'économie ne profite qu'au vendeur, et il faut exercer cette fraude avec la patente de chimiste ou d'académicien, pour échapper à la loi qui punit la falsification des substances alimentaires; la loi n'atteint que ceux qui parlent français; on est sûr d'échapper à ses coups toutes les fois qu'on a le talent ou le privilége assermenté de mêler un peu d'*abracadabra* au langage ordinaire.

3643. Quand la nature a établi des proportions, respectez-les jusqu'à ce que l'art soit arrivé à reproduire les procédés de la nature; et nous ne sommes pas encore près de jouir de ce tour de force de l'art chimique. Si vous n'avez à donner par jour aux hommes qu'une once de farine et un litre de pommes de terre, faites-leur cuire le litre de pommes de terre à part, et rendez-leur l'once de farine transformée en une once et un tiers de pain blanc (1376). Si vous n'avez pas augmenté la somme de leur bien-être, vous aurez du moins la consolation de n'avoir en rien détérioré, par les inconséquences de la manipulation, le peu que vous avez à leur distribuer pour vivre.

3644. Règles d'économie publique et alimentaire. — L'économie publique ne doit se distinguer de l'économie domestique, qu'en ce qu'elle opère sur une plus grande échelle. Ce n'est point une science à part, c'est l'application la plus simple des règles que chacun de nous suit dans sa famille (*). Les discoureurs ont écrit de gros volumes sur ce sujet, et la question n'en a paru que plus obscure.

3645. L'économie publique consiste à fournir à chacun ce qui lui est nécessaire, mais non à fournir à tous la même chose; car, dans l'état actuel de notre civilisation, les habitants du même pays sont loin d'avoir les mêmes besoins à satisfaire, et partant les mêmes choses à réclamer. Si l'on voulait imposer à l'habitant des Landes la nourriture friande et légère de l'habitant de Paris, on lui ferait autant de mal qu'en condamnant l'habitant de Paris à la nourriture des habitants des Landes. L'égalité des citoyens d'une même contrée devant la loi n'implique rien moins que le droit et l'obligation aux

(*) Voyez à la fin du cinquième traité de notre *Cours élémentaire d'agriculture à l'usage des écoles primaires*, 1832, les corollaires d'économie publique.

mêmes choses, mais bien le droit au bien-être et l'obligation aux charges que comportent notre position et nos organes. Rendre les hommes heureux, ce n'est pas leur imposer le bonheur de cette façon plutôt que d'une autre ; les amener à être utiles, ce n'est pas leur imposer ce genre plutôt que tel autre genre d'utilité. Le bonheur, qui est l'équilibre de nos fonctions, se modifie d'après la structure et l'énergie des organes ; le devoir se règle sur ce que nous avons la force d'accorder. Accordez à chacun ce qu'il lui faut au moral et au physique, et vous en obtiendrez sans peine tout ce qu'il vous doit en échange de vos soins ; l'ordre public n'est basé que sur cet échange mutuel de bons offices ; il n'est durable qu'à cette condition ; il est menacé, dès qu'une fraction abonde et que l'autre manque.

3646. Or c'est ce qui nous arrive aujourd'hui en tous pays ; un petit nombre, et bien petit, jouit de toutes les commodités de la vie ; le plus grand nombre pâtit les trois quarts du temps. Et le mal ne vient pas (gardez-vous de le croire) de ce que les premiers ont trop. Non ; nous avons établi ailleurs que le riche dépense davantage, mais qu'il consomme, moins que le pauvre, des substances de première nécessité. Ce n'est certes pas parce que le riche mange trop de pain que le pauvre en manque, et ce n'est pas parce que le riche a plus d'argent qu'il pourrait être accusé d'accaparer le pain. Prenez toute la fortune des riches en argent, vous n'aurez pas pour cela de quoi fournir du pain de froment à tout le monde. Distribuez tous les millions qui circulent en France à chacun par égale part, vous aurez appauvri les riches, mais non enrichi les pauvres ; tout le monde en sera réduit, en France, à vivre avec 7 sous par jour. Ainsi les maux des uns ne viennent pas de la félicité des autres ; et ce n'est pas parce que le riche a trop que le pauvre a trop peu. Il y a dans notre économie un vice plus radical et qu'aucun bouleversement ne saurait effacer sur l'heure ; la France consomme plus qu'elle ne produit ; elle ne produit pas assez ; or tout l'or du Pactole ne saurait ajouter à l'instant un gramme de plus à la somme de nos produits ; l'avare est souvent mort de faim étendu sur ses trésors. Il faut donc, nous dira-t-on, désespérer de la solution du problème ! Non ; seulement il faut, pour le résoudre, y faire entrer d'autres termes ; il faut produire davantage ; il faut améliorer nos agents de production ; il faut diminuer, par un autre système d'exploitation, la somme des déchets et des pertes de temps ; il faut réaliser, sur tous les points du pays, les résultats obtenus dans certains coins de notre France. L'un des plus petits de nos départements suffit au bonheur de près d'un million d'hommes forts et industrieux ; l'un des plus grands a de la peine à sustenter une population de deux cent mille habitants chétifs et affamés ; élevez le sol de celui-ci à la fertilité de l'autre ; un transport de terre suffit à cette amélioration ; et dès ce moment, vous aurez sur ce terrain, auparavant improductif, de quoi nourrir trois millions d'hommes. Riches, ne tremblez plus ; pauvres, ne portez plus envie ; mais tendez-vous tous la main, pour concourir à ce grand compromis, qui seul est en état de rendre aux uns la sécurité, et aux autres ce qui leur manque. Laissez là le pain et la gélatine du chimiste ; demandez à la terre, notre mère, du froment pour nous tous, des pâturages pour nos génisses ; la terre a, de toutes ces choses, des trésors enfouis dans ses entrailles ; arrachez-les-lui par la culture, et cultivez avec plus d'harmonie qu'autrefois ; l'isolement ruine tout le monde ; associez-vous, et souvenez-vous bien que nul d'entre vous n'aura le droit de se croire riche, que lorsqu'à ses côtés il ne verra plus personne qui pâtisse. On n'est plus riche, dès qu'on a peur, et l'on ne porte plus envie à personne dès qu'on en a assez.

3647. La philanthropie (qu'il ne faut confondre ni avec la charité ni avec la fraternité), la philanthropie, le pire de tous les systèmes d'économie publique, au lieu de chercher à aplanir les difficultés sociales, se plaisait à les supposer dans tous ses calculs et à les perpétuer dans tous ses projets. N'ayant pas assez pour tous sous la main, elle avait établi deux catégories de produits alimentaires ; elle avait distingué deux genres de nourriture, celle du pauvre et celle du riche ; comme si le pauvre en devenant riche, et le riche en tombant dans la misère, avaient la faculté de changer d'estomac et de conformer leur digestion à la prescription de l'ordonnance.

3648. L'homme se modifie, non pas en raison des changements survenus dans son pécule, mais en raison des influences ; il se façonne peu à peu à l'air qu'il respire, à la lumière qui l'inonde, au climat enfin qu'il habite ; en sorte que, dans le même climat et dans la même enceinte, les hommes se rapprochent tellement par les besoins et les habitudes, qu'on dirait que la nature les a taillés au même niveau. L'égalité des fonctions digestives est la conséquence inévitable de l'identité de l'habitation. C'est une méthode désastreuse en économie domestique que d'avoir une nourri-

ture pour les domestiques et une nourriture différente pour les maîtres; faites table à part, tant que vous voudrez ; mais nourrissez comme vous, ceux qui vous servent; autrement vous serez volé; nul n'est plus volé que le ladre et l'avare.

3649. De même, en économie publique, n'allez pas dans la même cité inventer un pain pour le riche et un pain pour le pauvre; le pauvre n'en voudrait pas, alors même que vous le lui donneriez pour rien. Nul, à Paris, ne mange d'aussi bon pain que le pauvre, et nul n'en est plus friand. Tous les boulangers savent que ceux à qui les bureaux de charité donnent des billets pour recevoir gratis du pain bis, ajoutent de leur poche, au billet gratuit, le complément du prix d'un pain blanc de qualité première; car c'est là le pain qui leur convient, qu'ils savourent avec délices, qu'ils digèrent avec facilité, et, remarquez-le bien, qui est à lui seul toute leur nourriture. Profanes, n'altérez pas la manne du pauvre; c'est par sa pureté seule qu'elle peut lui tenir lieu de la variété de vos mets.

3650. La question de la gélatine, prise au point de vue économique, est décidée par ces quelques mots : Êtes-vous sûrs que les soupes de gélatine sont aussi succulentes et aussi nutritives que les soupes qu'on vous sert chaque jour? Vous savez que bien des estomacs se montrent incrédules; mais faisons une chose : riches chimistes, échangeons; donnez aux pauvres la soupe de vos tables, et faites-vous servir de la gélatine chaque jour; votre croyance sera un bienfait pour tous, sauf à être un cruel sacrifice pour vous-mêmes. Que si, au contraire, vous vous gardez de toucher au mets que votre philanthropie offre à l'indigent, à l'ouvrier, à la pauvre famille, sachez-le bien, personne n'en voudra; que vous donniez à l'indigent vos os à ronger sous une forme solide ou liquide, l'estomac de l'indigent s'y connaît, et il vous renverra vos os avec un mépris de plus. La nature lui a donné un excellent estomac, donnez-lui une excellente nourriture; la nature lui a donné des bras robustes, demandez-lui en échange du travail; il vous rendra au centuple la nourriture que vous lui aurez distribuée. Mais sur ce point, ce n'est plus votre affaire à vous seuls; c'est l'affaire de tout le monde; la question de la distribution prévoyante du travail est appelée à régénérer le monde et à mettre tout le monde d'accord.

3651. En démontrant, par des faits d'observation, que les influences du climat et de la cohabitation dans la même enceinte, passent pour ainsi dire le niveau sur les estomacs, et façonnent tous les habitants de la cité au même régime alimentaire; en proscrivant enfin cette distinction que la philanthropie s'appliquait à établir, entre la nourriture du pauvre et la nourriture du riche, et en recommandant l'uniformité du régime alimentaire, non pas seulement comme une loi de l'humanité, mais comme la garantie la plus sûre de la sécurité du riche et de la morale du pauvre, nous n'avons entendu parler que de la nourriture qui fait vivre, et non de celle qui fait plaisir; des mets qui remplissent toutes les conditions d'une bonne et saine alimentation, et non de ceux qui n'ont d'autre but que de flatter le caprice, de stimuler des palais blasés, de sustenter les estomacs valétudinaires. L'économie publique, qui doit poser des règles invariables, n'impose rien de ce qui peut varier; il faut qu'elle parvienne à fournir au travailleur le même pain, la même viande et le même vin ordinaire que peut se procurer l'homme de loisir de la même cité; car nul n'est malheureux avec ces trois choses, et l'homme qui travaille n'a ni le temps ni le goût de penser aux friandises; il les dévore, mais ne les digère pas.

3652. Considérez encore que cette uniformité, dans les premiers éléments du régime alimentaire, ne s'étend pas au delà des bornes de la même cité ou du même bassin géographique. Rien ne serait absurde comme de vouloir imposer le même genre d'alimentation à tous les peuples de la terre; les fonctions variant avec les influences et les influences avec les climats, les substances qui fournissent ou concourent à l'élaboration des diverses fonctions du corps humain ne sauraient rester homogènes. Quand l'Européen veut transporter sous la zone torride son alimentation animalisée et ses boissons spiritueuses, une fièvre mortelle lui tient lieu de digestion; le jeûne, qui est hygiénique dans la Judée et la Thébaïde, est une torture dans les pays septentrionaux; la chair de porc, dont la loi prohibait l'usage chez les Hébreux, n'est pas le mets le moins recherché par nos gourmands et nos hommes robustes. Le maïs, qui est une friandise pour nous, est le froment des populations les plus laborieuses; et les Basques aux pieds légers et aux formes herculéennes n'ont pas d'autre pain quotidien que la *polenta* de maïs, qu'ils consomment sous toutes les formes.

3653. Ou pour évaluer les avantages ou les inconvénients de l'alimentation habituelle de chaque pays, il ne serait rien moins que logique d'avoir

recours à des théories basées sur les phénomènes physiologiques de la digestion, sur le compte de laquelle nous avons vu nos plus habiles physiologistes émettre des idées si contradictoires et si peu conformes aux faits observés. Tout usage qui fait vivre, depuis des siècles, une agglomération d'individus, a sa raison en lui-même; et la science qui, *à priori*, trouverait moyen de démontrer que cet usage est vicieux et nuisible, serait, dans son outrecuidance, pire que la routine qui se tait, observe, et adopte ce dont elle se trouve bien. Nul n'est plus compétent, sur les avantages d'une alimentation, que l'estomac qui l'élabore depuis sa naissance. Il faut laisser au voyageur la satisfaction de conspuer la nourriture des pays lointains qu'il parcourt sur les ailes des vents, et de trouver dégoûtants les mets qui font les délices des peuplades qu'il visite; le sauvage qui voyagerait parmi nous, nous rendrait au centuple ce dédain, et exprimerait certainement son désappointement d'une manière plus comique. Mais l'observation, qui juge de la qualité des éléments de l'alimentation sur d'autres indications que celles du goût, admet en principe que rien n'est bon au goût comme la nourriture de nos pères, et que si l'homme, dont les caractères sont l'œuvre de son alimentation, varie sous le rapport moral et physique à chaque degré de latitude, c'est que son mode d'alimentation varie aussi; or, tenter de changer brusquement son régime alimentaire, c'est lui refuser tout à coup ce qui le faisait vivre, et ce qui seul jusque-là avait pu le faire vivre; c'est vouloir l'empoisonner.

3654. En définitive, donnez à chacun ce qui convient à son organisation, et nous ne demandons pas que vous donniez à tous les mêmes choses (*).

3655. Quant aux annonces dont l'industrie ou la chimie inonderont les journaux, pour vous offrir des soupes économiques et du pain blanc sans froment, soupes qui n'ont de commun que l'eau de la Seine, avec les soupes dont on se nourrit bien; et pains, dont le poids vient de la fécule qui seule ne nourrit pas, ou de l'eau du pétrin qui s'est associée au gluten ou à l'empois, et qu'on vous fait payer aussi cher que la farine; demandez, avant de croire à la multiplication miraculeuse, que l'on condamne les inventeurs à vivre, pendant un mois, avec la soupe et le pain qu'ils préconisent; vous serez sûrs, de cette manière, de n'avoir pas de meilleurs juges qu'eux, sur les inconvénients de l'invention.

3656. PHYSIOLOGIE DES ASSAISONNEMENTS. — Dans tous les alinéa précédents, nous avons établi la théorie de la digestion réduite à ses plus simples termes; et pour arriver à ce résultat nous l'avons étudiée dans l'homme qui se contente de peu, dans l'homme normal qui n'a besoin que de fort peu. Nous avons vu que, chez cet enfant de la nature, la digestion s'opère au moyen de deux éléments complémentaires l'un de l'autre, au moyen d'un mélange en bonnes proportions, du sucre ou d'une substance saccharifiable d'un côté, et du gluten et de l'albumine de l'autre; que la digestion, enfin, ne différait pas essentiellement de la fermentation, d'abord spiritueuse, puis acétique. Mais, à mesure qu'on s'éloigne de la nature, pour rentrer dans le cercle de la civilisation, les conditions de la digestion se compliquent davantage; l'alimentation varie ses ressources en même temps que la civilisation multiplie les rapports; elle devient un art à part, qui a ses règles, son code, ses artistes et ses admirateurs, art pour qui la substance alimentaire n'est plus que l'accessoire, et dont la préparation forme le principal; car l'art culinaire n'est; en définitive, que l'art des assaisonnements. Mais un art qui a rapport à l'alimentation, n'est rien moins qu'un art arbitraire et de convention; ses règles, tout en s'éloignant de la nature primitive, n'en sont pas moins basées sur la nature civilisée, qui est la nature sous une autre robe. C'est dans les lois de notre organisation que nous devons chercher la raison des raffinements qui flattent le goût ou aident à la digestion.

3657. Les différences dans les fonctions de la digestion sont d'autant plus saillantes qu'on les observe dans les premières voies; de même que le sang offre les mêmes caractères essentiels, qu'on l'observe sur tel ou tel individu de la même espèce; de même le chyle, produit de la digestion duodénale, apparaît presque identique dans ses qualités essentielles, en dépit de la différence des races, et des divers modes d'alimentation; le chyle pris sur le pauvre, qui assaisonne avec une gousse d'ail la croûte de pain qui fait toute sa nourriture, possède les qualités physiques et chimiques de celui du riche, dont la table se couvre des mets les plus variés et les plus délicats. Mais c'est dans la digestion stomacale que les différences de la fonction et de ses produits deviennent saillantes, c'est sur l'organe du goût

(*) Ces questions ont été traitées plus au long dans les nombreux articles que nous avons publiés à ce sujet, dans le *Réformateur*, 1834 à 1835.

que le genre d'alimentation exerce son influence spéciale. La digestion stomacale en effet étant une fermentation spéciale à l'estomac, elle variera dans sa marche et dans ses effets, selon l'énergie d'élaboration dont sera doué l'organe qui digère. Tel estomac produisant plus de chaleur que tel autre, transformera le bol alimentaire en chyme, dans des proportions plus considérables en un moment donné; car la marche de la fermentation est, jusqu'à un certain degré maximun, en raison directe de la température. Tel estomac doué d'une plus grande puissance d'aspiration que tel autre, absorbera, dans un moment donné, une quantité plus considérable de gaz acide carbonique et d'hydrogène dégagés par l'acte de la fermentation digestive, et imprimera au bol alimentaire un mouvement de rotation sur lui-même, qui multipliera les points de contact de l'aliment avec les parois stomacales. Ainsi cette nourriture qui, pour un estomac doué d'une plus grande énergie, se transformera tout entière en chyme dans le plus bref délai, séjournera lente et paresseuse, lourde et indigeste, dans cet estomac sans chaleur; et s'enveloppera du peu de produits gazeux qu'elle dégagera, et que les parois de cet organe énervé ne sauraient absorber; elle sera une cause de météorisation et non de digestion.

3658. L'art a dû venir au secours de ces digestions retardataires et maladives; l'art a découvert le moyen de digérer par moitié avec ces estomacs civilisés; et tout le génie culinaire n'a en définitive pour but que de préparer une heureuse digestion. L'art culinaire est l'hygiène de l'estomac débile; et ses assaisonnements sont des médicaments qui préviennent le mal, et complètent les fonctions, en ajoutant à l'organe ce qui lui manque, pour digérer comme autrefois; et cet art est devenu pour nous une seconde nature, qui nous rend forts aussi bien que la première aurait pu le faire, qui nous tient lieu d'elle tout entière, et dont nous ne pouvons plus désormais nous départir impunément pour retourner à l'autre.

3659. La théorie que nous avons donnée de la digestion nous permettra, je le pense, de classer, d'une manière lucide, les assaisonnements que l'art culinaire emploie chaque jour, et dont il n'a adopté l'usage que par des traditions empiriques. Nous les diviserons en trois catégories principales: 1° la première comprenant les *substances complémentaires* de la fermentation digestive, celles qui apportent à la digestion un des éléments de la fermentation; 2° la seconde comprendra les *substances chylifères*, celles qui imprègnent d'avance le bol alimentaire de l'un des éléments, que la digestion a pour but principal d'extraire des aliments, pour en enrichir le chyle; 3° la troisième comprendra les *condiments* ou *assaisonnements conservateurs*, espèces d'antiseptiques, qui ont la propriété de conserver à la fermentation les caractères qui conviennent à la digestion, de prévenir une fermentation anomale, et d'en débarrasser les produits de la horde des helminthes, qui sont dans le cas de les envahir.

3660. Dans la première catégorie se rangent les substances saccharines ou saccharifiables à une certaine température par l'action de l'acide acétique, les substances glutineuses, albumineuses ou fibrineuses; enfin les substances alcooliques et spiritueuses, vin, bière, eau-de-vie, liqueurs; substances stomachiques lorsqu'on en use avec modération, indigestes quand on en abuse. En effet, l'excès d'eau-de-vie arrête autant la digestion, et devient autant une substance inerte, que l'excès d'amidon ou l'excès de gluten; et la théorie donne, de cette anomalie apparente, une raison satisfaisante. Le sucre et la substance glutineuse mêlés ensemble dans l'estomac, se combinent et produisent en fermentant de l'alcool, lequel instantanément réagit sur la quantité de gluten qui reste et la transforme en acide acétique; le chyme est prêt, dès ce moment, à être attiré dans le duodénum, pour aller s'y transformer en chyle. Mais chez les estomacs paresseux et civilisés, qui ne digèrent plus que par artifice, la première période tarde à s'établir, et la durée de la digestion serait trop longue pour les exigences de la nutrition; la digestion serait pénible et laborieuse; un peu d'alcool étendu d'eau apporte au bol alimentaire, un élément qui tarde à être élaboré; et la seconde période de la digestion, la période acétique, arrive, avant que la première ait eu le temps de fatiguer l'organe digestif; l'art ajoute, au bol alimentaire, un élément que la digestion tarderait trop à produire. Mais si la quantité d'alcool ingéré est telle qu'il en reste encore, après que le gluten a été entièrement décomposé, cet excès, quel qu'il soit, sera indigeste faute de complément, puis désastreux en réagissant sur les parois stomacales, comme il réagit sur tous les tissus fibrineux, enfin stupéfiant et narcotique pour ainsi dire, en passant dans le torrent de la circulation (3479).

3661. Les *substances chylifères* sont celles que l'alimentation introduit dans le bol alimentaire, avec tous les caractères qui conviennent à la

chylification (3548); et qui sont pour ainsi dire nutritives, avant d'avoir été même digérées. Leur véhicule le plus ordinaire est l'acide acétique, qui rentre dans presque tous les assaisonnements des tables privilégiées; ces substances sont l'albumine soluble de l'œuf de poule, les substances oléagineuses, jaune d'œuf, beurre, graisse, huiles, le sel marin. L'acide acétique, en dissolvant ce mélange, en forme un chyme par anticipation, qui passe au duodénum sans avoir besoin de la digestion stomacale, et qui nourrit sans fatiguer. Ce sont ces préparations, modifiées d'une foule de manières diverses, qui sont indispensables à l'alimentation des estomacs chétifs et paresseux, aux estomacs des hommes de loisir et des hommes sédentaires, des hommes de méditation, qui digèrent mieux la pensée que les aliments. Dans la nature tous ces raffinements sont des superfétations; et l'estomac du travailleur et de l'homme des champs se suffit à lui-même pour extraire, des aliments les plus grossiers à nos yeux, les substances dont l'art culinaire lui vendrait cher la préparation, au détriment de sa santé et de sa force; car en fait de combinaisons alimentaires, l'art le plus ingénieux restera toujours au-dessous de la nature normale.

3662. Enfin, la troisième catégorie des assaisonnements comprend les *condiments* ou *assaisonnements conservateurs*. La digestion en effet ne profite pas toujours à l'estomac qui l'élabore; et bien des parasites sont là pour en détourner les bienfaits à leur profit, et pour pulluler, dans la capacité hospitalière, aux dépens de la fonction qui les nourrit. C'est principalement contre ces hordes de vampires (3018), que sont dirigés les mets fortement épicés, c'est-à-dire les substances riches en huiles essentielles d'une certaine nature : L'ail et autres alliacées, le poivre, le gingembre, la sauge, le romarin, le thé, le bétel, le girofle, la muscade, les écorces d'oranges et de citrons, les aromates enfin, sont moins des aliments que des condiments, moins des substances complémentaires de la digestion, que des substances protectrices de la nutrition. Aussi voit-on que le besoin des mets épicés se fait d'autant plus sentir, que l'on habite des régions plus chaudes; et que le besoin de fumer le tabac, de le mâcher ou de mâcher le bétel est d'autant plus impérieux, que la nourriture est moins variée et habituellement plus fade, que l'agglomération des hommes est plus grande, et l'air plus imprégné de vapeurs en décomposition. L'ail que Thestylis préparait aux moissonneurs de l'Italie leur rendait le courage et les forces, en protégeant leur digestion; et dans les contrées méridionales de l'Europe, on voit encore le paysan en proie à des embarras gastriques, s'en délivrer, en se procurant ce qu'il appelle une bonne crudité d'estomac d'un quart d'heure, au moyen d'une certaine quantité d'ail ou d'oignon qu'il dévore à jeun; il empoisonne d'un seul coup, par ce procédé, les ascarides ou autres helminthes dont le nombre paralysait la digestion et en absorbait les produits, et dont les piqûres et la succion lui causaient auparavant des douleurs atroces. Le laitage qui fait la base de l'alimentation des régions polaires et des hautes montagnes, serait un poison dans la zone torride, si l'habitant n'avait pas la ressource des aliments épicés; car le Suisse ou le Lapon ont leurs frimas pour lutter contre ces hordes de vampires, qui assiégent le nègre par toutes les surfaces du corps perméables à l'air atmosphérique; et chez les peuples du Nord les épices en trop grande abondance reporteraient sur les parois de l'estomac, l'action corrosive qui ne trouverait pas à s'éteindre sur des tissus parasites et étrangers.

3663. NUTRITION. — La digestion proprement dite élabore les aliments de telle sorte que l'albumine et l'huile, éléments organiques de nos tissus, puissent passer dans le sang, avec les sels qui sont les éléments basiques de nos organes. Le sang porte la nutrition dans tous les organes, en charriant, autour de chaque cellule, les matériaux dont la cellule a besoin, pour organiser de nouvelles cellules dans son sein. En définitive, la nutrition a lieu dans la cellule même, et l'assimilation est un développement continu destiné à remplacer, par de nouveaux tissus, les tissus qui ont fait leur temps, et sont frappés de caducité (1898). La nutrition de l'individu n'est que la somme des divers genres de nutrition de chacune de ses cellules microscopiques. Les substances qu'elle réclame et les produits qu'elle engendre varient, en raison de la spécialité d'élaboration qui caractérise chaque organe et chaque cellule de l'organe, et ensuite en raison de l'énergie qui caractérise la fonction. L'étude de la digestion et de la nutrition doit donc être transportée tout entière dans la cellule élémentaire; et celui-là aura décidé les plus hautes questions de la physiologie expérimentale, qui aura fait l'histoire complète de l'élaboration de l'un de ces infiniment petits.

3664. MÉDICAMENTS. — Les condiments prévien-

nent, les autres médicaments réparent; les premiers maintiennent la digestion dans ses voies normales, les seconds l'y ramènent; les unes sont hygiéniques, les autres thérapeutiques. C'est le règne végétal qui fournit à la thérapeutique le plus grand nombre de ses médicaments les plus énergiques; mais, depuis la révolution introduite par Broussais dans la thérapeutique, la pratique a eu le bon esprit de se débarrasser de cette foule de drogues, qui encombraient les *Codex,* au détriment de la bourse du malade, souvent au détriment de sa santé, et toujours au grand profit du pharmacien. Si l'ancienne méthode avait continué sa marche, on aurait fini par avoir une herbe pour chaque mal, une formule pour chaque période, et le commerce des drogues aurait mis toute la surface de l'univers à contribution. La thérapeutique est un essai continuel, un tâtonnement qui recommence presque avec chaque nouveau cas de la même maladie; elle doute, donc elle ignore; elle agit sur une inconnue; ses formules seront variables et indécises, jusqu'à ce qu'elle l'ait éliminée. Nous reproduirons à ce sujet les observations auxquelles nous nous sommes livré dans le *Nouveau système de physiologie végétale,* § 2102.

3665. « L'analogie semble hautement indiquer que les différences énormes que la pratique a découvertes entre les propriétés usuelles des végétaux de la même famille, et surtout du même genre, ne doivent tenir qu'à notre manière de concevoir ce sujet; car nous n'en jugeons, jusqu'à présent, que par leurs effets sur l'économie animale, résultats déjà si variables, si complexes et si peu déterminés. Mais la cause nous échappe, et c'est, sans aucun doute, dans la connaissance de la cause que réside la solution de la difficulté.

3666. » Ainsi, par exemple, nous voyons telle plante produire, sur les animaux mêmes les plus rapprochés de la place qu'occupe l'espèce homme dans la classification; produire, dis-je, des effets diamétralement opposés à ceux qu'elle produit sur l'homme lui-même. Il est évident alors pour nous que la différence des effets est entièrement étrangère au fait de la plante elle-même; que la plante a fourni à l'organisation la même substance et à la même dose, soit réelle, soit proportionnelle. Mais l'organisation a modifié l'action du médicament, chez une espèce d'animal, d'une manière toute différente que chez l'autre. Une simple addition d'une inconnue a communiqué, à la même substance, des propriétés qu'avant l'expérience on n'aurait pas osé se permettre de soupçonner. Or cette inconnue, fournie après coup par l'organisation animale à l'action de la substance végétale, aurait bien pu être mélangée à cette dernière par le simple jeu des organes du végétal lui-même, organes modifiés par telle ou telle influence spécifique, par la nature de tel ou tel terrain, de telle ou telle exposition; et dès ce moment, deux espèces, les plus voisines par leurs caractères essentiels, jouiraient tout à coup des propriétés les plus opposées à nos yeux; elles se rangeraient, en thérapeutique, à des distances considérables, nul esprit ne serait assez hardi pour soupçonner même la possibilité d'un rapprochement; et pourtant cette énorme différence tiendrait, chez l'une, à un simple mélange de la même chose, qui resterait non mélangée chez l'autre.

3667. » La science actuelle doit donc avoir pour but constant d'arriver à déterminer la nature des substances dont l'action, sur l'économie animale, caractérise les divers végétaux, et de trouver et de reproduire les combinaisons et les mélanges qui en dissimulent, en varient, en changent presque du tout au tout les effets. Tout semble annoncer que le résultat de cette étude philosophique, la seule rationnelle, sera non-seulement de rendre compte des propriétés, par la nomenclature chimique, sans déranger en rien la classification des formes extérieures des végétaux; mais encore d'expliquer et de régler, en connaissance de cause et presque avec le secours des formules mathématiques, l'emploi thérapeutique des médicaments. Nous saurons avec quelle simple addition ce médicament, qui n'a d'énergie que sur tel organe, est dans le cas d'en obtenir une nouvelle sur tel autre, surtout si l'on joint à cette étude, l'étude chimique du genre d'élaboration qui est spécial à l'organe animal sur lequel la plante opère. L'œuvre n'est pas si difficile et si immense qu'elle le paraîtra d'abord; il ne faut pour cela que du temps et du repos d'esprit, ce que tout le monde n'a pas à sa disposition dans les circonstances actuelles.

» On parviendra un jour, je n'en doute pas, à n'avoir, dans toutes les prescriptions, qu'à déterminer la valeur des termes d'une équation fort simple pour prévoir le résultat. La propriété de la substance agissante du végétal exerçant les mêmes influences sur l'organisation, les différences de son action ne tiennent qu'à la nature des substances auxquelles elle est mélangée dans le végétal lui-même et à la nature des substances qu'elle rencontre dans un organe particulier. En désignant donc par $v$ la substance végétale qui sert de base à l'action thérapeutique, par $y$ la

substance accessoire avec laquelle elle peut être mélangée, par *x* la substance ou le nombre des substances que tel organe donné de l'économie animale oppose à l'action du médicament, et par *x* l'action principale de la substance du végétal sur l'organisation, on aura la formule suivante : $v = x - z - y$, ou $v + z + y = x$; c'est-à-dire que telle substance végétale ou animale agirait, sur tel organe, de la même manière que sur tel autre, si elle y trouvait le même genre d'élaboration; et que telle substance agirait, sur un organe donné, de la même manière que sur tel autre, si le principe agissant se trouvait, dans l'un, au même état de mélange ou de pureté que dans l'autre.

3668. » Mais il ne faudra pas perdre de vue que les mélanges provenant du fait du végétal lui-même pourront être le résultat de l'élaboration des organes eux-mêmes, ou l'effet artificiel de la manipulation qui broie les organes et confond les sucs. Il sera donc nécessaire de recourir à des procédés plus délicats que les procédés usités jusqu'à ce jour, et d'aborder l'organe élaborant lui même, pour étudier la substance élaborée au foyer même de l'élaboration. »

3669. Il est un des éléments de la question qu'il ne faudra jamais perdre de vue, dans le cours de ces recherches : c'est dans l'estomac spécialement que s'exerce l'action des médicaments ingérés; la nutrition spéciale à ce viscère les absorbe, les élimine, et les transmet immédiatement aux organes qu'ils doivent affecter.

3670. Anatomie comparée. — Chez tous les animaux, la digestion, dans ce qu'elle a d'essentiel, est identique; nous avons appris plus haut à distinguer, chez un infusoire (3089), la rotation du bol alimentaire, qui est un phénomène inhérent à la digestion stomacale des animaux supérieurs. Mais la digestion modifie ses besoins, ses ressources, ses produits et son mécanisme, dans ce qu'elle a d'accessoire, à l'infini, à mesure qu'on passe, pour l'observer, d'une classe d'animaux à l'autre. Les modifications dans la structure et la forme de l'estomac des divers animaux découlent nécessairement des modifications de leur organisation générale; cependant l'anatomie générale a le moyen de ramener à l'unité du type les divergences spécifiques du canal alimentaire; et à ses yeux, le quadruple estomac des ruminants n'est, en définitive, que l'estomac simple des carnivores; et le mécanisme matériel de la digestion des premiers n'est pas autre que celui de la rotation imprimée au bol alimentaire par l'estomac des seconds. En effet, les parois de l'estomac des carnivores ne sauraient aspirer les produits contenus au bol alimentaire sans imprimer au bol un mouvement rotatoire; mais les diverses portions de ces parois ne peuvent toutes aspirer à la fois les mêmes produits, non-seulement parce que, dans le plus grand nombre de cas, elles ne sauraient être toutes à la fois en contact avec le bol alimentaire, mais encore parce que la surface du bol alimentaire, en tournant, arrive à chacune d'elles, dépouillée de la quantité de produits qu'a absorbés la portion précédente de la surface stomacale. Le bol alimentaire rôdera donc autour de la périphérie de l'estomac, par un cercle qui ne finira que lorsque l'organe n'aura plus rien à y prendre, et que le pylore appellera le bol vers le duodénum. Mais si l'estomac, au lieu d'être une capacité simple, se bossèle et se creuse en plusieurs compartiments par le rapprochement de quelques plis de sa surface, cette rotation nutritive ne s'effectuera plus avec la même marche apparente, et le bol alimentaire, appelé successivement par toutes les parois stomacales, semblera n'effectuer sa révolution digestive, qu'en sortant et en entrant successivement d'une capacité dans une autre. L'estomac des ruminants n'est qu'un estomac plissé; et, sous ce rapport, l'estomac des oiseaux, celui des gallinacés, par exemple, possède une structure encore plus compliquée que celui des ruminants; car les plis de la panse stomacale, moins saillants sans doute que chez ceux-ci, se sont multipliés en grand nombre dans le gésier de ceux-là.

---

SIXIÈME GENRE.

## LIQUEUR SPERMATIQUE.

3671. Si quelque chose est capable d'humilier l'orgueil du chimiste, c'est certainement l'identité qu'il est condamné à constater entre tant de substances qui remplissent cependant des fonctions si différentes. La liqueur spermatique, qui crée la vie, paraît à peine différer, par l'analyse, du sang qui n'est destiné qu'à entretenir la vitalité. 900 parties d'eau, 60 de mucilage animal (3574), 10 de soude libre, 30 de phosphate de chaux (Vauquelin), c'est tout ce qu'on trouve dans le sperme humain. Une matière animale *particulière !* du mucus, de la soude libre, du chlorure de sodium et du phosphate de chaux, c'est ce que Lassaigne

signale dans le sperme du cheval. Berzélius y admet tous les sels du sang, plus une matière animale particulière, qu'il nomme *spermatine*. Cette matière animale particulière revient à une matière albumineuse mélangée à certaines bases ou à certains sels. Quand le chimiste ne peut se rendre compte de la composition du mélange, il prononce que la matière est une substance *sui generis*, et aujourd'hui la chimie est encombrée de ces produits faciles de notre paresse ou de notre impatience. Le mucus animal n'est que de l'albumine rendue soluble à l'aide de l'alcali libre qui rend le sperme alcalin. Mais les auteurs n'y ont pas aperçu les sels ammoniacaux dont l'observation microscopique démontre l'existence (1507).

3672. La liqueur spermatique est épaisse et gluante au sortir des organes générateurs; mais vingt à vingt-cinq minutes après, en vase clos ou ouvert, elle se liquéfie et devient alors soluble dans l'eau froide ou chaude. Dans une atmosphère chaude et humide, elle devient jaune et acide, et répand une odeur de poisson pourri. Elle est précipitée de sa solution aqueuse par l'alcool, le chlore, le sous-acétate de plomb, le protonitrate de mercure, etc. Elle est soluble dans la potasse et la soude, et surtout dans la plupart des acides.

3673. Les phénomènes physiques et chimiques qu'offre l'étude de la liqueur spermatique, si mal interprétés qu'ils aient été par l'ancienne méthode, se prêtent à la même explication qui nous a servi à nous rendre compte des phénomènes de toutes les substances mélangées. Le sperme, en chimie, ne devant nullement être considéré comme une unité, il est rationnel de chercher, en toute circonstance, de faire la part, à ses éléments, des caractères qu'offre l'ensemble. Qu'au moment de son émission, le sperme, en tombant dans l'eau, gagne le fond du vase, s'y coagulant en apparence, comme dans l'alcool, et finissant par s'y dissoudre en presque totalité, ce n'est rien moins là qu'un caractère *sui generis*; car le sirop de gomme, en tombant dans l'eau, gagne aussi le fond par sa pesanteur spécifique, s'y coagulant en apparence, à cause de la différence de son pouvoir réfringent, et finissant ensuite peu à peu par disparaître, en s'étendant d'eau. Qu'en tombant dans l'alcool à 0,855, à l'instant de son émission, il gagne le fond en prenant une teinte opaline, et forme un peloton qui ressemble à un peloton de ficelle, ce n'est encore, dans le premier membre de la phrase, qu'un cas de différence de réfraction, et dans le second qu'un effet dû à la forme sous laquelle le jet éjaculé arrive dans l'alcool qui le coagule. Si, en effet, vous lanciez, par une seringue, de l'albumine soluble dans l'alcool, ce filet continu, en se coagulant au contact de l'alcool et en tombant au fond du vase, ne manquerait pas de se pelotonner en forme d'un petit paquet de ficelle. Que l'acide sulfurique concentré opère à froid la dissolution de la liqueur spermatique, cela peut provenir de la grande quantité d'hydrochlorate de soude et d'ammoniaque que renferme le sperme, et dont l'acide hydrochlorique, éliminé par l'action de l'acide sulfurique, suffit à dissoudre l'albumine qui forme la matière coagulable de la liqueur. Qu'en étendant d'eau l'acide, le sperme se précipite, ce phénomène a également lieu avec l'albumine ordinaire, elle que les acides hydrochlorique et nitrique ne dissolvent que concentrés. Que l'acide acétique concentré rende d'abord le coagulum spermatique gélatineux et translucide et le dissolve ensuite entièrement, c'est encore ce qui a lieu sur toute espèce de coagulum, qu'un acide commence à dissoudre, et qui passe, avant d'arriver à la dissolution complète, par tous les degrés de transparence possibles, depuis la complète opacité. Qu'abandonnée à elle-même, dans une atmosphère chaude et humide, la liqueur devienne jaune, acide, et répande une odeur de poisson pourri, et se couvre d'une grande quantité de *byssus septica*, c'est ce qui a lieu sur une foule de mélanges organiques, sur la farine, le gluten, la pâte, si on a soin de les pétrir avec du sel marin et des hydrochlorates ammoniacaux. Les chimistes ont paru fort embarrassés d'expliquer comment il se fait que le sperme éjaculé, qui, au premier moment, présente deux couches, la supérieure liquide, et l'autre opaline, se liquéfie en vingt ou vingt-cinq minutes. Cependant rien n'est plus simple à concevoir. La *glande prostate* éjacule un liquide transparent, les testicules un liquide opalin. Ces deux liquides, recueillis à la fois dans le même vase, doivent réfracter les rayons lumineux de deux manières différentes (1498), car ils ne sont pas encore mélangés. Mais ces deux liquides, également riches en menstrues alcalins, tendent à s'associer de plus en plus l'un à l'autre, à ne former qu'un seul liquide; le sperme, qui se dissout si facilement dans l'eau froide, et si vite dans l'eau chaude, doit se dissoudre avec bien plus de rapidité dans le liquide encore chaud et éminemment alcalin de la glande *prostate*; or toutes les fois que deux liquides sont associés ensemble, l'opalinité fait place à la transparence, puisque la masse ne dévie plus que d'une seule manière les rayons

lumineux. Un sirop de cassonade ou de gomme, versé dans l'eau pure, présente exactement le même phénomène.

3674. Mais remarquez que toutes les observations précédentes ont été faites sur le sperme obtenu autrement que par la copulation, obtenu à l'air et après qu'il a traversé les couches d'air, ce qui ne saurait nullement représenter ce qui se passe, lorsqu'il trouve à traverser, pour arriver aux ovaires, le conduit de l'utérus et les trompes de Fallope qui l'aspirent, et le maintiennent, au sortir de l'organe mâle, à la même température et au même état de saturation qu'il offrait dans les testicules qui l'élaborent. Le sperme n'arrive donc aux ovaires, avec aucun des caractères de coagulation, qu'il nous offre à l'air libre.

3675. L'acide sulfurique uni soit au sucre, soit à l'huile, soit à l'albumine (3160), ne communique point la couleur purpurine au sperme humain. Cela ne viendrait-il pas de la grande quantité de sels et de bases que renferme cette substance, et qui paralyseraient l'action de l'acide, en le saturant?

## § I. *Animalcules spermatiques* (*).

3676. La liqueur séminale du mâle offre au microscope une multitude d'animalcules, d'une petitesse extrême chez l'homme, et qu'on ne retrouve jamais dans la liqueur séminale de la femelle. Leurs formes générales et leurs dimensions varient selon les espèces d'animaux.

3677. Ces corps singuliers ont occupé les physiologistes, depuis Leuwenhoeck et Needham jusqu'à nous; et il n'est sorte de systèmes auxquels leur présence n'ait donné lieu. On se rappelle l'opinion que Prévost et Dumas ont en dernier lieu empruntée à des observateurs déjà anciens; ils regardaient ces animalcules comme destinés à s'enchâsser dans l'ovule, afin d'y former le rudiment du système nerveux de l'animal futur. Ces deux auteurs avaient même eu l'occasion de voir, de leurs propres yeux, l'animalcule faire son entrée dans l'ovule préféré, et s'y loger à jamais (**). Malheureusement pour une aussi belle rencontre, ces messieurs n'avaient pas eu l'occasion de s'apercevoir que la transparence de l'*albumen* de l'ovule était capable de faire prendre le passage de l'animalcule, au-dessous de l'ovule, pour son entrée dans ce corps. Nous avons eu de fréquentes occasions de nous rendre compte de cette illusion; et à l'instant où l'animalcule semblait avoir disparu pour toujours en se nichant dans le jaune opaque, il nous arrivait de le revoir continuer sa route, et sembler sortir de l'ovule où il avait semblé entrer.

3678. Ces mêmes observateurs ont décrit des yeux sur les animalcules de certaines espèces; mais ces yeux ne sont que des effets de lumière, dont on peut se rendre raison en observant, chez certains microscopiques, les surfaces susceptibles de s'appliquer sur le porte-objet par le mécanisme des ventouses.

3679. Rien ne ressemble mieux, à un de ces animalcules spermatiques des vertébrés, que les cercaires qu'on rencontre près des organes génitaux des buccins des étangs (*Lymnæus stagnalis*); corps oblongs ou sphériques terminés par une queue qui serpente en s'agitant. La seule différence existe dans la dimension gigantesque des cercaires ($\frac{1}{3}$ de millimètre), et dans celle des animacules spermatiques, qui ont à peine $\frac{1}{100}$ de millimètre, et qui, au grossissement de 100 diamètres, paraissent comme des grains de

(*) *Histoire naturelle de l'alcyonelle*, § 82, tom. IV des Mém. de la Soc. d'hist. nat de Paris, 1827.

(**) Les travaux sur la génération, par lesquels Prévost et Dumas ont débuté dans la carrière, qui n'a profité à Prévost en aucune manière, ces travaux tant prônés depuis lors jusqu'en 1830 exclusivement, n'ont cependant pas ajouté une erreur ou un roman de plus à tout ce qu'ont écrit les premiers observateurs sur la matière fécondante. Et il y a bien longtemps que le bon sens naïf des anatomistes du dernier siècle avait relégué au rang des fables le rôle que les micrographes académiques avaient tenté, dès cette époque, de faire jouer aux animalcules qui pullulent dans la liqueur du mâle. Le passage suivant, emprunté à l'*Anatomie d'Heister*, tom. I, p. 408, trad. de 1753, résume très-bien ce qu'on pensait de tout cela à cette époque.

« On a remarqué qu'il ne se trouve pas d'animalcules dans » la semence des débauchés; que les animalcules qui se trou» vent dans la semence des jeunes gens sont forts, vigoureux, » et que ceux des vieillards meurent bientôt. Sur ce fondement » on a bâti diverses hypothèses. les uns se sont imaginé que la » semence ayant été seringuée dans l'utérus, un petit ver » mangeait l'autre, et que le dernier qui s'était nourri de tous » les autres formait le fœtus. D'autres ont avancé que ces petits » vers montaient à l'ovaire par les trompes de Fallope; qu'é» tant arrivés à l'ovaire, ils se promenaient sur l'œuf qui était » mûr; que le premier qui *rencontrait le trou qui est dans l'œuf* » y entrait; qu'il y avait une valvule qui empêchait ce petit » ver de revenir sur ses pas; que s'il y avait plusieurs œufs » mûrs il se formait plusieurs fœtus, parce que plusieurs vers » s'insinuaient dans ces œufs.

» On voit que tout ce détail n'est qu'une production d'une » imagination échauffée, ou qui s'amuse à chercher des possi» bilités. »

fécule d'orchis (1033) tenant au bout d'un petit poil noir, qui s'agite avec ondulation. Les cercaires me paraissent être les animaux les plus simples en organisation, n'ayant point d'organes digestifs, et ne vivant que par aspiration (1926). Les animalcules spermatiques me font l'effet d'appartenir à ce genre de microscopiques ; et, si on les rencontre exclusivement dans le sperme, il ne faut pas en chercher la cause ailleurs que dans le cercle des lois qui font que les helminthes affectent un milieu plutôt qu'un autre, que les ascarides vivent exclusivement dans les intestins, certaines hydatides dans le cerveau (3024), et certains strongles dans les vaisseaux sanguins.

3680. Ce que j'ai dit précédemment sur les lambeaux mouvants des branchies et des ovaires des mollusques (1926) me porterait même à penser que ces animaux, si simples en organisation, ne sont que des lambeaux de tissus des organes générateurs, éjaculés avec la liqueur spermatique, et qui décrivent des mouvements involontaires, à la faveur de la propriété qu'ils ont éminemment d'aspirer ou d'expirer. Car si on ouvre un ovaire des moules de rivière, on observe, à côté des gros ovules, des myriades de lambeaux mouvants qui varient à l'infini de forme et de grosseur, et qui n'offrent rien qui ressemble à une organisation normale ; ils portent tous les traces évidentes d'un déchirement (*). Or ces lambeaux pourraient bien affecter une plus grande régularité dans certaines classes d'animaux d'un ordre plus élevé. Quoi qu'il en soit, je pense, que, provisoirement, les animalcules spermatiques, qui, jusqu'à ce jour, ont été relégués dans les *incertæ sedis*, peuvent être placés dans le genre des cercaires (**).

3681. La dessiccation du sperme altère tellement ces petits cercaires, qu'il serait impossible de se prononcer sur leur présence, au microscope, à l'égard d'un sperme humain primitivement desséché. Dans cet état, on distingue à peine le sperme du chyle ou de la lymphe desséchée ; et si on y rencontre des globules, on les voit entièrement privés de queue. Il est inutile de faire observer qu'ils ont perdu le mouvement et qu'ils ne le recouvrent plus ; la faculté de résurrection n'a été observée encore que sur le rotifère et le vibrion du froment (3088).

## § II. *Aura seminalis.*

3682. Comme aucune des substances chimiques signalées dans le sperme, soit seule, soit artificiellement mélangée, n'est capable de produire la fécondation ; que d'un autre côté, d'après les belles expériences de Spallanzani, il est démontré que les animalcules ne sont pas les agents de cette opération subtile, il faut conclure que la substance fécondante, l'*aura seminalis*, reste encore à connaître et que la fécondation animale est un mystère aussi impénétrable que la fécondation végétale (1437), dans l'état actuel de la science.

## § III. *Analogies.*

3683. Nous avons signalé les analogies de structure et de fonction de l'organe génital femelle (2071). L'organe mâle donne lieu à des considérations de cet ordre, qui ne nous paraissent pas dépourvues d'intérêt ; nous allons les soumettre à nos lecteurs, dans l'ordre qu'elles se présentent à notre esprit.

3684. L'organe mâle affecte une symétrie de structure jusque dans les animaux, dont l'organisation générale semble s'écarter de la symétrie ordinaire ; il en est de même de l'organe femelle. Chez les végétaux, l'anthère semble être soumise à la même loi, et ses *theca*, en général, au nombre de deux, et très-prononcés, représentent évidemment les deux organes testiculaires de l'appareil mâle des animaux.

3685. De même que, chez les végétaux, il existe, entre l'anthère et le fruit, une analogie telle, que l'anthère à deux *theca* puisse être considérée comme émanant du même type que le fruit à deux loges, en sorte que les grains de pollen de l'une tiennent évidemment la place des ovules de l'autre ; de même chez les animaux, l'appareil génital du mâle ne diffère essentiellement de l'appareil génital de la femelle, qu'en ce que les deux lobes de l'un élaborent le sperme, et les deux lobes de l'autre les ovules. A un certain âge, chez les helminthes, ils n'offrent pas entre eux la moindre différence. Chez les mammifères, les différences, qui sont si frappantes à la première observation, s'effacent tellement devant une évaluation philo-

(*) Mémoire ci-dessus cité *sur l'alcyonelle*, pl. 16, fig. 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10.

(**) Les animalcules spermatiques du grand paon de nuit sont entièrement sphériques, dépourvus de queue, ayant $\frac{1}{500}$ de millimètre. Je les ai observés avec soin, sur du sperme éjaculé, depuis une demi-heure environ, par un mâle sorti de sa chrysalide, le 5 juin 1837, et que j'avais tenu à l'écart des femelles ; ils ont conservé le mouvement plusieurs minutes encore.

sophique, toutes les pièces de l'un des deux genres d'organes se retrouvent si exactement à la même place chez l'autre, que tout se réduit à de simples différences de proportions ; ce qui a fait dire depuis longtemps aux anatomistes, que l'appareil génital de la femelle n'était que l'appareil mâle retourné en dedans. Supposez, en effet, que le clitoris de la femelle grossisse et s'allonge, et que le conduit vaginal se rétrécisse en raison inverse, tout en suivant le clitoris dans son développement en longueur ; que l'utérus, entraîné par cette évolution au dehors, attire après lui les deux ovaires restant agglutinés aux trompes de Fallope comme à un muscle *crémaster*, ou à un *épididyme*, la substance de l'utérus réduite dans son volume formera la glande prostate, les ovaires formeront les deux testicules, le clitoris la verge, portant à son extrémité une fente, ouverture d'un canal dans lequel viendront trouver une issue tour à tour, et le liquide sécrété par la vessie urinaire, et le liquide élaboré par les deux testicules ; les deux petites lèvres formeront le prépuce destiné à protéger le gland, les grandes lèvres formant le *scrotum*. Dans le principe, les organes des deux sexes en sont réduits à la même forme élémentaire ; mais sur les portes de la vie, la nature, de sa baguette féerique, imprime à chacun d'eux une direction différente ; et du même type différemment animé elle extrait l'homme et la femme, qui ne diffèrent que pour se rapprocher plus intimement, qui n'élaborent deux liquides différents que pour créer, par leur affinité réciproque, une combinaison nouvelle.

3686. Je ne puis m'empêcher de m'arrêter à une circonstance qui me paraît encore ici se rattacher à la loi générale, sur laquelle j'ai fondé la théorie *spiro-vésiculaire* (*). Nous y avons établi que la génération organique n'avait lieu que par l'accouplement de deux spires de noms contraires, qui s'enroulent dans la capacité de la même cellule. Nous avons retrouvé ces spires dans l'ovule, dans l'anthère, et jusque dans l'intérieur du grain de pollen. La structure intime de la substance élaborante du testicule nous offre quelque chose d'analogue. Elle ne semble, en effet, composée que d'un seul filament vasculaire, qui, à force de se développer dans cette capacité close, finit par tourner des millions de fois sur lui-même, et par s'entortiller comme un peloton de fil. C'est une spire indéfinie qui élabore le liquide destiné à imprimer le mouvement au liquide élaboré par la *cellule-ovule*, cellule qui serait restée stationnaire sans cette imprégnation.

(*) Voyez *Nouv. système de physiologie végét. et de bot.*, § 726.

## § IV. *Application à la médecine légale.*

3687. Après s'être occupée des moyens de reconnaître les taches de sang devant la loi, la médecine légale ne pouvait pas manquer de soumettre à son expertise, et les taches de lait, et les taches de sperme ; car la loi qui poursuit les égarements de la vengeance et de l'atrocité, se charge aussi de poursuivre les faiblesses de l'amour et les égarements de la lubricité. La médecine légale a cherché à accompagner la loi dans le dédale de ces saletés ; ne l'avait-on pas vue assister, de son docte lorgnon, l'épreuve du *congrès*, quand il était permis aux juges d'ordonner devant eux ce genre d'expertise ?

Du reste, sur ce sujet, sa prétention n'est qu'impudique dans le plus grand nombre de cas ; cependant au besoin les conséquences peuvent en devenir barbares. Ne vous souvenez-vous plus du fait déplorable enregistré avec indignation, il y a quelques années, par la presse et politique et médicale tout entière ? On trouve un enfant mort au coin d'une rue ; toutes les commères du quartier se prennent à accuser du fait une pauvre fille du voisinage, coupable d'avoir un amant assidu, disait-on ; les juges du temps ordonnent que la jeune personne soit visitée par la médecine légale, qui, nantie de l'ordonnance du juge d'instruction, procède à la visite, malgré les cris de désespoir de la victime humiliée par cet infâme traitement. L'innocence de la jeune fille fut reconnue à un signe infaillible : elle était vierge ; elle sortit vierge sans aucun doute des mains de la médecine légale ; mais elle en sortit folle de honte et de pudeur ; et la pauvre enfant n'en a plus guéri. Que voulez-vous ? il faut que force reste à la loi.

3688. Et, dans cette circonstance, la médecine légale ne s'exposait pas à mentir ; elle pouvait dire en toute vérité : Aucun fruit n'est sorti de ce sein virginal, car la porte en est hermétiquement fermée. Mais si cet abus de l'investigation légale porte sa condamnation avec lui, que penser de ces tentatives d'expertise, qui promettent aux magistrats et aux jurés incompétents de découvrir, à la faveur de quelques réactions, si telle tache rencontrée sur du linge est du lait ou du sperme ? Nous n'hésitons pas à accuser hautement de mensonge ces prétentions de médecine légale ; et, si

nous étions partisan du système qui à chaque crime inflige une peine, nous aurions depuis longtemps demandé à la loi, qu'elle applique, à ces experts impudiquement transcendants, la peine portée contre tout témoin assermenté qui s'expose sciemment à induire en erreur la justice.

3689. Nous ne parlerons pas de ceux qui voudraient faire usage du microscope, pour reconnaître le sperme à la présence des animalcules. Jusqu'à présent ceux-là ne se sont pas présentés devant la loi.

3690. Mais quant aux autres, les fastes de la science possèdent déjà plusieurs de leurs rapports; et c'est en les lisant, que nous nous sommes senti saisi de cette irritation, qui vient de diriger notre plume. Nous ne trouvons qu'un seul moyen d'excuse aux auteurs de ces délits ; c'est qu'ils s'étaient éclairés sur l'état de la question, plutôt au cabinet du juge d'instruction, que dans le secret du laboratoire.

3691. Il est dans la nature bien des substances capables de tacher le linge d'un liquide offrant en apparence et aux réactifs, les caractères si vagues et si indécis que la chimie a reconnus à la liqueur spermatique. Imprégnez l'albumine de sel marin et d'une solution des fleurs du marronnier, vous aurez l'odeur spermatique et toutes ses autres réactions. On trouve, sur toutes les berges des champs, une plante rampante, qui communique à tout ce qui la frôle, une odeur durable de marée pourrie, laquelle a porté Linné à la désigner par les noms de *chenopodium vulvaria*. Que, dans une circonstance légale, il soit arrivé à la pauvre fille des campagnes, d'étendre sur cette plante son mouchoir pour s'asseoir à terre, le crachat que la plante aura touché trompera, avant toute espèce d'avertissement, par son odeur, par son mucus, par ses phénomènes de coagulation, les experts de la force de ceux que la loi assermente. Or que de mélanges dans la nature encore plus illusoires, et que nous n'avons pas encore appréciés! que d'odeurs varient par l'addition la plus légère d'une autre substance! et dans combien de cas l'albumine et le gluten contractent une odeur spermatique !

3692. Nous avons lu le rapport de l'un de ces experts qui ne doute de rien, et qui, pour procéder en conscience, avait eu soin de soumettre aux mêmes réactions le sperme frais, qu'il avait pris à la source, et le liquide présenté par la loi à ses investigations; il croyait ainsi arriver à la solution de la question, sans craindre aucune méprise. Il ne voyait pas que rien n'est plus variable, selon les individus, selon les temps, les circonstances, et le mode même d'éjaculation, que la liqueur séminale. Il ne voyait pas, d'un autre côté, que le sperme desséché et exposé depuis longtemps à l'air, diffère énormément du sperme observé sur l'heure, et qu'enfin, sur un linge, il a pu être enlevé, dans tout ce qu'il a de plus caractéristique, par l'humidité ou par de l'eau tombée accidentellement. Qu'importe? il paraît que ces messieurs n'ont pas besoin de peser leurs inductions à la balance de la logique.

3693. RAPPEL A LA PUDEUR. — Le chapitre que nous venons de traiter, est celui de tous qui embarrasse le plus en général les auteurs, qui professent autant de respect pour autrui que pour eux-mêmes. On se défend difficilement de certaines impressions, en écrivant ou en lisant de pareilles choses. La plus détestable, la plus satanique de ces impressions est celle qui porte à s'égayer d'un sujet aussi grave; la nature semble avoir marqué du sceau de sa réprobation, comme un blasphème contre la plus sainte des lois créatrices, le sentiment qui se joue des actes de l'amour. Savez-vous ce qui distingue le libertin de l'homme vertueux? c'est qu'en entrant dans le même temple, l'un porte son offrande en se moquant de la Divinité, et l'autre, au contraire, en s'identifiant avec elle; l'un méprise, l'autre adore; l'un est impie, il n'aime pas; l'autre est religieux, son âme comme son corps, tout enfin, chez lui, est absorbé par ce dévorant mystère; tout est sale dans le sacrifice du premier, tout est pur dans le sacrifice du second; il n'est rien dont celui-ci ne puisse avouer les plus minimes circonstances à la face du ciel, à sa mère elle-même, car il n'est rien qu'il ne se soit permis, en vue de se conformer aux lois immortelles de la reproduction des êtres, aux lois qui lui ont donné le jour. Habituez les hommes à envisager cet auguste mystère, du point de vue où nous venons de nous placer; vous rendrez les rapports sexuels moins hypocrites et plus intimes, et les rapports sociaux moins coupables et plus heureux.

---

## SEPTIÈME GENRE.

## SYNOVIE.

3694. Nous comprenons, sous cette dénomination générique, non-seulement le liquide que l'anatomiste rencontre dans les articulations, mais encore celui qui se trouve dans toutes les cavités closes du corps. En effet, les articulations

ne sont, en anatomie générale, que les analogues d'une cellule, ainsi que toute autre cavité close, si grande qu'elle soit. Les séreuses ossifiées ou non ne sont pas autre chose que les parois internes de la cellule, et le liquide qu'elles élaborent toutes sert aux mêmes reproductions; car tous les tissus ont besoin de se reproduire. La *synovie* est donc pour nous synonyme de *liquide séreux;* la différence est tout anatomique; mais en chimie, jusqu'à présent, elle doit être considérée comme nulle; et nos réactifs seront encore longtemps impuissants, pour distinguer la synovie que l'on trouve dans la cellule qui sépare chaque vertèbre du poisson, du liquide séreux qui se trouve entre le cœur et le péricarde du même animal. C'est qu'entre ces deux genres de liquides et celui qu'élabore la cellule la plus microscopique, il n'existe réellement aucune différence caractéristique; c'est dans les grandes cellules, comme dans les cellules de petite dimension, la même substance organisatrice, avec laquelle chacune d'elles répare les tissus vieillis, par des tissus plus jeunes. Albumine partout, plus des sels dont le nombre et la nature varient en raison des divers organes et de leur mode d'aspiration : sel marin, hydrochlorates ammoniacaux, phosphate d'ammoniaque, de soude, de potasse et de chaux. Après la mort, ou dès l'instant qu'on ouvre accès à l'air, la portion albumineuse incluse tend à se coaguler, à se grumeler, selon que la dose de la portion aqueuse est plus ou moins grande, et qu'on observe la substance exposée à tel plutôt qu'à tel autre degré de température.

3695. Lorsque nous avançons que la synovie est partout la même, partout identique avec le liquide séreux et celui des plus petites cellules élaboratrices, nous n'entendons parler que de l'identité que constatent nos moyens actuels d'observation. La différence des résultats indique hautement une différence réelle dans les principes; mais c'est à une nouvelle méthode d'appréciation qu'il faudra avoir recours, pour reconnaître les caractères distinctifs de tant de liquides homogènes en apparence, et au moyen desquels pourtant la nature élabore des tissus si variés et des substances si hétérogènes.

---

### HUITIÈME GENRE.

### MUCUS ANIMAL.

3696. Nous rangeons en cet endroit ce produit protéiforme, quoique sa place fût plus naturellement auprès des produits de la désorganisation des tissus. Le mucus est la substance indéterminée qui est élaborée et rejetée au dehors, sous forme plus ou moins liquide, par les surfaces des cavités ouvertes à l'air extérieur, par les surfaces muqueuses. Cette substance, mélange, variable à l'infini, de tissus qui se désagrégent et se désorganisent et de liquides albumineux, sucrés et salins, élaborés par les tissus intègres, appelle de nouvelles recherches, mais des recherches dirigées d'après la méthode nouvelle; et l'auteur qui les entreprendra devra se condamner à ne rien publier, que lorsqu'il aura trouvé le moyen de constater une différence réelle et constante entre les divers *mucus* élaborés par les diverses membranes muqueuses. Car, jusqu'à ce jour, la chimie n'a pas signalé le moindre caractère distinctif entre le produit liquide des surfaces buccales et celui des surfaces pulmonaires, bronchiques et nasales, et même entre celui des surfaces muqueuses génitales, prises un peu plus haut que les orifices des organes sexuels. Il faudra, en outre, établir une grande distinction entre le mucus normal et les produits anomaux, entre le liquide muqueux et les fausses membranes, c'est-à-dire entre les produits de la désorganisation des surfaces muqueuses, et entre les tissus parasites et de nouvelle création dont nous avons eu déjà lieu de nous occuper assez longuement (3007). Le mucus des fosses nasales pendant le rhume de cerveau, nous a paru tout aussi bien organisé que les expectorations du catarrhe bronchique et de la grippe (3015). L'identité en est souvent complète, sous le rapport de la structure cellulaire et de la coloration des produits élaborés par chacune des petites cellules élémentaires qui composent ces sortes de tissus.

---

### NEUVIÈME GENRE.

### EXTRACTIF ANIMAL.

3697. Mélange aussi compliqué qu'il est possible de l'imaginer, aussi variable que peuvent l'être les sucs élaborés par la chair animale, et les procédés au moyen desquels on aura obtenu l'extrait (39). Les chimistes en général se sont rendus à l'évidence sur ce point; et nous cherchons en vain le chapitre de l'*osmazôme,* dans la dernière édition de 1836 du *Traité de chimie* de Thénard, qui pourtant est le créateur de ce mot grec ( ὀσμὴ

odeur, et ζωμὸς, bouillon). Berzélius s'est montré plus fidèle aux anciens principes, et pour répondre sans doute au peu de phrases que nous avions accordées à cet équivoque mélange, il a consacré 26 pages du septième volume de son Traité de chimie, paru en 1833, pour remplacer le mot *osmazôme* par celui de *zomidine* (de ζωμιδιον petit bouillon), mot qu'il interprète par la phrase suivante : *matière qui a la saveur de la viande ;* traduction un peu libre, mais enfin qui a le mérite de s'en rapporter au goût, et non à l'odorat, sur le caractère d'une substance comestible. Ainsi, d'après Thénard, l'*osmazôme* aurait été le principe en qui aurait résidé spécialement l'odeur (car ici *osme* signifie odeur, et non mouvement, comme endosmose (809), de la viande cuite. D'après Berzélius au contraire, cette substance serait le principe en qui réside la saveur de la viande cuite; mais comme l'auteur n'a pas eu l'intention d'exclure l'*odeur* de la *saveur*, nous pensons qu'on ne tardera pas à voir un auteur, nanti du privilége universitaire de forger des mots grecs, introduire dans la nomenclature un nouveau terme qui exprime ce double caractère. Laissons de côté les mots, et étudions la chose dans l'ouvrage de Berzélius, l'auteur le plus récent qui ait voulu s'en occuper un peu au long; non pas que nous ayons la prétention de le suivre pas à pas dans ses développements ; il nous faudrait répéter tout ce que nous avons exposé dans la première moitié de cet ouvrage. Nous ne nous attacherons qu'à opposer, à chaque résultat obtenu par Berzélius, le principe qui en donne l'explication la plus lucide.

3698. L'extrait aqueux de la chair musculaire, exprimé dans l'eau froide, rougit fortement le tournesol ; et l'acide libre qu'il renferme est évidemment de l'acide acétique. Ce fait seul suffit à donner la clef de toutes les formes sous lesquelles l'albumine et la portion oléagineuse des muscles se présentent au chimiste pendant tout le cours de la manipulation.

3699. « Quand on exprime avec force de la » viande hachée, dit Berzélius, il s'en écoule un » liquide rouge et sanguinolent, qui n'a cependant » pas la propriété de se coaguler à l'air ; ce li- » quide ne contient donc pas, par conséquent, » de la fibrine. »

3700. Il paraît, d'après cette phrase, qu'aux yeux de Berzélius le caractère de la fibrine est de se coaguler à l'air. Or, à ce prix, le sang qui, au sortir de la veine, tombe dans de l'eau tiède, ne renfermerait pas de la fibrine, au moins en aussi grande quantité que le sang ordinaire ; car il n'offre aucune coagulation d'un certain volume. Un sang délayé dans l'acide hydrochlorique ou l'ammoniaque en excès ne renfermerait plus, par ce seul fait, de la fibrine. L'acidité du jus exprimé de la viande indique suffisamment que la fibrine peut y exister sans se coaguler à l'air. Du reste, c'est une erreur de croire avec l'auteur que ce jus provienne du sang des muscles seulement ; le sang dans les muscles n'est que le liquide accessoire, et chez la viande de boucherie la viande conserve fort peu de sang ; c'est un liquide spécial dont sont remplis les cylindres musculaires, car chacun de ces cylindres est une longue cellule imperforée. Mais nous avons tort de nous arrêter à la réfutation de l'opinion de l'auteur. Quatre lignes plus bas il l'abandonne lui-même, et trouve que la viande lavée à l'eau renferme de l'albumine et de la fibrine, que le jus de la viande hachée ne renfermait pas. Et pourtant le liquide de la viande lavée ne se coagule pas plus spontanément que celui de la viande exprimée. Il faut élever la température de 50° à 53°, pour qu'il se forme un caillot, qui se dépose au fond du vase. Le liquide est alors d'un rouge foncé, comme du sang veineux, et le précipité devient blanc par le lavage. L'auteur trouve ensuite une nouvelle coagulation correspondante aux diverses températures au-dessus de 53°. Mais ces indications varieront à chaque expérience, selon la quantité d'eau qui aura préalablement servi à la dissolution.

3701. « Si, après avoir filtré la liqueur, dit Berzélius, dans laquelle l'albumine de la matière colorante s'est coagulée, on l'évapore, elle laisse, en jaunissant, peu à peu, un extrait jaune brun, dont l'alcool à 0,833 dissout la moitié et au delà, ce qui lui donne une couleur jaune. Après l'évaporation du liquide alcoolique, il reste une masse extractiforme, mêlée de cristaux de chlorure de soude, qui réagit fortement à la manière des acides; c'est de l'acide lactique. »

3702. Avant l'expérience de Berzélius, et sur les deux seules indications que ce jus est albumineux et qu'il est acide, on aurait été en droit de prononcer, sans aucune crainte de se tromper, que, par les procédés usités, on en retirerait un mélange identique avec celui que les chimistes désignent sous le nom d'acide lactique (3375).

3703. « Les matières organiques extractiformes, continue l'auteur, sont solubles les unes dans l'alcool et les autres dans l'eau seulement. »

3704. Nous assurons que ces deux sortes de substances ne sont que le même et unique mélange

en diverses proportions. Elles proviennent d'une association de l'albumine et de l'acide acétique; acide qui rend l'albumine soluble en plus grande proportion dans l'eau, et en une certaine proportion dans l'alcool; et à ce mélange se joignent les sels solubles dans l'un et l'autre menstrue.

3705. « L'extrait alcoolique de viande, qui est l'osmazôme de Thénard, s'obtient en traitant, par l'alcool, à 0,833, le produit de l'évaporation de l'extrait aqueux. L'alcool se résout en deux portions à peu près égales; ce menstrue acquiert une couleur jaune, et laisse une masse brune, visqueuse, cohérente, qui est l'extrait aqueux de viande. »

3706. Ainsi, l'extrait aqueux de la viande, qui est elle-même colorée en rose, est un principe visqueux et brun. Avec du brun la nature fait du rose! Mais en raisonnant l'expérience, on peut se convaincre que cette couleur brune provient d'un commencement de carbonisation, activée par la présence des sels et de l'acide qui imprègne le mélange.

3707. « En distillant la dissolution alcoolique, et desséchant au bain-marie la liqueur concentrée, il reste une substance extractiforme, jaune, transparente, mêlée de particules cristallines, qui est l'extrait alcoolique de viande. L'alcool anhydre partage ce dernier extrait en deux portions, dont celle qu'il dissout est la plus considérable et a une odeur plus claire. »

3708. Sans doute, parce que l'alcool anhydre ne dissout, de l'extrait concentré, que la portion la plus aqueuse et la moins mélangée de substances carbonisées et coagulées. Mais cet extrait aurait été tout aussi facilement partagé en autant de portions, que l'on aurait successivement employé l'alcool à un titre différent.

3709. « L'extrait alcoolique soluble dans l'alcool anhydre reste, après qu'on a distillé l'alcool au bain-marie, sous la forme d'un sirop qui ne se dessèche point à la chaleur, mais demeure demi-liquide. Il a une saveur âcre et salée, répand d'abord l'odeur du pain brûlé, mais en exhale une urineuse, lorsque sa dissolution aqueuse concentrée devient ancienne, et surtout qu'on y ajoute un peu d'ammoniaque. »

3710. Ce n'est point là un caractère spécial à l'extrait de viande; et il n'y a rien d'étonnant qu'une substance ammoniacale répande, en vieillissant, l'odeur que l'urine doit à son carbonate d'ammoniaque. Il est encore bien moins surprenant que l'addition de l'ammoniaque lui communique instantanément cette odeur; car nous avons vu que l'addition de l'ammoniaque suffit pour communiquer l'odeur de colle forte à la gomme que l'on évapore (3122). Nous ne suivrons pas l'auteur dans la description des réactions et des inconnues qu'il précipite par le chlorure de mercure ou d'étain, le sous-acétate de plomb, et enfin de la portion que l'alcool anhydre refuse de dissoudre; d'abord parce que les caractères de ces précipités ne sont nullement tranchés, ensuite parce qu'à chaque nouvelle opération, on les trouverait tout à fait contraires.

3711. « Ce que l'alcool à 0,833 laisse sans le dissoudre, est une masse extractiforme, brune et opaque, ayant une saveur agréable de viande et de bouillon, qui indique déjà qu'elle ne peut être indifférente comme matière alimentaire. »

3712. Ce n'est ni à la saveur ni à l'odeur qu'il est permis de reconnaître une substance alimentaire, et c'est encore moins à une forme liquide ou visqueuse; et du reste, quelle portion de la viande ne possède pas la même saveur et la même odeur?

3713. « Si l'on précipite par le tannin, et qu'on évapore le liquide au bain-marie, il reste une masse extractiforme acide, qui contient du lactate (3702) d'ammoniaque. L'extrait aqueux, après le traitement par le carbonate d'ammoniaque et l'alcool, ne contient pas moins de quatre et peut-être cinq substances extractiformes différentes, dont une mérite plus d'attention que les autres. »

3714. Ce chiffre est évidemment trop modeste; et à ce prix, la même substance est dans le cas d'en contenir au moins une vingtaine.

3715. « La substance qui mérite une attention particulière, d'après l'auteur, et à laquelle l'auteur a donné le nom de *zomidine* (3697), est un extrait brun, qui, lorsqu'on le dessèche, durcit et ne change point à l'air. Elle a une saveur forte et agréable de bouillon; elle exhale en brûlant une odeur animale; elle est soluble dans l'eau en toute proportion, et elle en est précipitée par l'alcool. Cependant elle communique une couleur jaune à l'alcool de 0,833, qui, en s'évaporant, laisse une certaine quantité de cette substance, mais d'une couleur un peu plus claire. »

3716. Remarquez que cet extrait a été traité par le carbonate d'ammoniaque, puis par l'acide acétique, puis par le plomb, puis par l'hydrogène sulfuré; et il sera aisé de comprendre pourquoi cet extrait, soluble dans l'eau, refuse de se dissoudre dans l'alcool; il a perdu son acidité. Quant à l'odeur et à la saveur, la moindre quantité d'un sel

ammoniacal est dans le cas de communiquer, sous ce double rapport, à la substance la plus éminemment végétale (3122), les qualités de la substance la plus éminemment animale. En un mot, tous les détails longuement développés par Berzélius dans cette analyse, ne sont que des répétitions des mêmes résultats, obtenus par une espèce de bascule de réactions, tantôt au moyen du véhicule de l'eau, et tantôt au moyen du véhicule de l'alcool. Et à l'endroit où l'auteur a fait une pause et a mis fin à sa dissertation, un second chimiste, arrivant frais et dispos à l'œuvre, aurait pu reprendre la substance avec avantage, pour lui faire subir une série plus longue encore de transformations, toutes susceptibles d'être décrites et d'être dénommées à part.

3717. Ces explications nous paraissent suffisantes pour faire comprendre que la substance qui a exercé la patience de tant de chimistes n'est rien moins qu'un principe *sui generis;* qu'elle ne saurait être qu'un mélange d'albumine et de sels aussi variables, que le seront les organes d'où on cherchera à l'extraire. Et parmi ces sels figureront en proportions différentes, le sel marin, les phosphates, les carbonates, les hydrochlorates, les acétates albumineux à base de chaux, de soude, d'ammoniaque, de magnésie et même de fer.

---

## TROISIÈME GROUPE.

### SUBSTANCES ORGANISANTES (863).

3718. Substances élaborées par les cellules organisées, mais qui ne sauraient devenir organisatrices (3097), qu'en supposant qu'elles acquièrent, par l'aspiration des tissus, une nouvelle quantité d'oxygène capable de transformer leur excès d'hydrogène en eau. Ces substances, tantôt liquides et tantôt solides et molles, sont insolubles dans l'eau, si ce n'est à la faveur d'un menstrue alcalin ou acide, et quelques-unes par leur association au sucre. Elles sont : solubles à froid ou à chaud, en partie ou en toute proportion, dans l'alcool, l'éther, et les unes dans les autres; volatiles en partie ou en toute proportion, les unes à la température ordinaire, les autres par la distillation; elles sont grasses au toucher et tachent le papier, l'huilent et le graissent, ainsi que les étoffes, en augmentant la transparence des surfaces qui en ont été imbibées.

## DEUXIÈME DIVISION.

### SUBSTANCES ÉGALEMENT RÉPANDUES DANS LE RÈGNE VÉGÉTAL ET DANS LE RÈGNE ANIMAL.

---

### PREMIER GENRE.

### SUBSTANCES GRASSES (*).

3719. Dans le groupe des substances organisées 1467), nous nous sommes occupé des graisses, sous le rapport de l'organisation du *tissu adipeux*. Nous n'avons à considérer le sujet, dans ce chapitre, que sous celui de la substance élaborée par les cellules de ce tissu même.

3720. Les *substances grasses,* que l'on désigne aussi sous le nom de *corps gras*, sont des substances neutres immiscibles à l'eau, solubles dans l'alcool, surtout à chaud, dans l'éther, dans les huiles essentielles, et les unes dans les autres; elles sont solides ou plus ou moins liquides à la température ordinaire, fusibles à une température plus ou moins élevée; devenant solubles dans l'eau en s'associant à un acide ou à un alcali soluble. Elles se décomposent au feu et à la distillation; elles brûlent avec flamme et en répandant une fumée souvent fort épaisse.

3721. Comme rien ne se combine à l'état solide, et que les graisses contribuent à la combinaison des tissus organisés, il s'ensuit que, dans l'animal vivant, tout corps gras est liquide; c'est après la mort de l'animal que les graisses solides se figent, si l'animal est de la classe des animaux à sang chaud. En général, au contraire, la substance grasse des animaux à sang froid (poissons, reptiles, etc.) conserve sa fluidité après la mort de l'animal, car elle ne change pas alors de température.

3722. On nomme *huiles* les substances grasses qui restent liquides à la température ordinaire, et qui ne commencent à se figer qu'en descendant vers zéro; les huiles sont également réparties dans le règne végétal et dans le règne animal. On nomme *graisses*, les substances grasses qui se figent à la température ordinaire, et ne reprennent leur fluidité qu'à un degré plus ou moins supérieur; cette catégorie est plus spécialement affectée au règne animal. Parmi les végétaux,

(*) *Répertoire général d'anatomie*, tom. III et IV; Mémoire sur les graisses, et 2e Mémoire sur les tissus de nature animale, 1827. — *Annal. des sciences d'observat.*, tom. IV, p. 244. 1830.

l'arbre à suif *croton sebiferum*), le *myristica sebifera*, le *vateria indica*, sont les seuls connus qui produisent une véritable graisse. On distingue, dans le commerce, deux espèces de graisses : le *saindoux* ou *axonge*, ou graisse molle et cotonneuse, qui provient des animaux carnivores ; le *suif*, ou graisse solide et cassante, qui provient des animaux ruminants.

## § I. *Composition élémentaire des corps gras.*

3723.

| | Carbone. | Hydrogène. | Oxygène. | Azote. | |
|---|---|---|---|---|---|
| Graisse de porc | 78,843 | 12,182 | 8,502 | 0,473 | Saussure. |
| Suif de mouton | 78,996 | 11,700 | 9,304 | | Chevreul. |
| | 65,000 | 21,500 | 13,500 | | Bérard. |
| Blanc de baleine | 75,474 | 12,795 | 11,377 | 0,354 | Saussure. |
| | 81,000 | 13,000 | 6,000 | | Bérard. |
| Huile de poisson | 79.650 | 14,350 | 6,000 | | *Id.* |
| Huile de noix | 79.774 | 10,570 | 9,122 | 0,534 | Saussure. |
| Huile d'olive | 77,210 | 13,360 | 9,430 | | G. L. et T. |
| Huile d'amandes douces | 77,403 | 11,481 | 10,828 | 0,288 | Saussure. |
| Huile de lin | 76,014 | 11,351 | 12,625 | | *Id.* |
| Huile de ricin | 74,178 | 11,034 | 14,788 | | *Id.* |
| Beurre | 65.600 | 17,600 | 16,800 | | Bérard (*). |
| Cire blanche | 81.784 | 12,672 | 5,544 | | G. L. et T. |
| | 81,610 | 13,860 | 4,530 | | Saussure. |

3724. Il sera facile de voir, par ce tableau, que sous le rapport de l'analyse élémentaire, toutes ces espèces offrent moins de différences entre elles, que n'en présentent deux analyses de la même substance faites par deux auteurs différents.

3725. On a remarqué que les corps gras sont liquides à une température d'autant moins élevée, qu'ils contiennent moins de carbone et plus d'oxygène, c'est-à-dire qu'ils peuvent être représentés par une proportion plus considérable d'eau ; et Saussure admet que plus ils contiennent d'oxygène, et plus ils sont solubles dans l'alcool.

3726. Les nombres de ce tableau autorisent à considérer les corps gras, comme une combinaison d'hydrogène bicarboné (gaz oléfiant) et d'eau ; ainsi l'huile d'olive représente un mélange d'environ 90 d'hydrogène bicarboné et de 10 d'eau. Mais, d'un autre côté, on voit que si les corps gras absorbaient assez d'oxygène, pour que tout l'hydrogène qu'ils possèdent fût transformé en eau, leur composition élémentaire serait identique avec celle des gommes, sucres et ligneux, et pourrait être représentée par une portion de carbone et une d'eau (882). L'huile, dont les propriétés physiques et chimiques sont si différentes de celles des gommes, deviendrait ainsi une substance organisatrice et fournirait aux tissus leurs éléments immédiats. Or cette hypothèse, qui a échappé à l'ancienne chimie, se réalise sous nos yeux avec des circonstances si frappantes, malgré l'imperfection de nos procédés, que l'on est forcé d'admettre, par analogie, que, dans le laboratoire tout-puissant de l'organisation, la métamorphose doit s'opérer d'une manière complète.

## § II. *Action des gaz sur les corps gras.*

3727. Les huiles se conservent sans altération dans un vase clos pendant longtemps ; mais exposées à l'air atmosphérique, même au-dessus de l'eau qu'elles surnagent, on les voit peu à peu s'épaissir, et finir par se solidifier en une substance membraneuse, transparente, jaunâtre, élastique, qui ne tache plus le papier, ne fond qu'à la température à laquelle la gomme et le ligneux fondent eux-mêmes ; on dirait que c'est un caoutchouc (3334) à son état de pureté ; c'est un véritable tissu. Elles sont alors insolubles dans l'alcool, même à chaud. La substance organisante s'est transformée en substance organisatrice, en combinant son hydrogène avec une quantité d'oxygène suffisante pour former de l'eau. Et si l'analyse élémentaire soumettait à ses investigations chaque phase de cette transformation, la même substance

(*) Les résultats obtenus par Bérard sont tellement disparates, et s'éloignent tellement de ceux des autres observateurs, que je ne les cite ici que pour compléter l'histoire des graisses ; on doit se rappeler que Saussure a trouvé de l'azote dans les substances les moins azotées (258).

serait dans le cas de prendre successivement tous les caractères de composition élémentaire, de fusibilité et de solubilité, sur lesquels la chimie a établi une si nombreuse série de prétendus principes immédiats extraits des corps gras.

3728. Ce changement, en effet, est le résultat de l'absorption de l'oxygène de l'air. De Saussure a constaté qu'une couche d'huile de noix, de trois lignes d'épaisseur, placée sur du mercure à l'ombre, dans du gaz oxygène pur, en avait absorbé 3 fois son volume en huit mois, mais qu'elle en absorba 60 fois son volume dans les dix jours suivants qui appartenaient au mois d'août; que cette absorption diminua ensuite graduellement et s'arrêta au bout de trois mois. A cette époque, l'huile avait absorbé 145 fois son volume de gaz oxygène, et elle n'avait produit que 21,9 volumes d'acide carbonique.

3729. Les huiles qui possèdent cette propriété à un plus haut degré, c'est-à-dire qui se dessèchent le plus vite, se nomment *huiles siccatives*. D'autres huiles épaississent et deviennent acides sans se dessécher entièrement; elles contractent une odeur et une saveur désagréables; elles sont *rances;* on les purifie en grande partie, en saturant l'acide, par de l'hydrate de magnésie délayé dans l'eau, et en y agitant l'huile.

3730. Les huiles se comportent d'une manière analogue avec les autres gaz. L'huile de noix, d'après de Saussure, à 18° centig., absorbe 1 fois et demie son volume de gaz oxyde nitreux et de gaz acide carbonique, une grande quantité de gaz oxyde nitrique, 1,22 fois son volume de gaz oléfiant.

## § III. *Action des acides sur les corps gras* (3160).

3731. Depuis longtemps on sait qu'un acide avide d'eau est capable, s'il est concentré, de saponifier une huile ou une graisse, c'est-à-dire de la rendre soluble dans l'eau.

3732. Si l'on se sert d'acide sulfurique (en faible quantité, 1 sur 100), voici ce qu'on observe pourvu que l'on agite le mélange au contact de l'air. Il se produit un *magma* blanc, et il se dégage beaucoup de chaleur; l'huile se fige et reprend sa fluidité, si l'on y ajoute de l'eau; il reste pourtant quelques flocons qui refusent de s'y dissoudre. Mais on s'assure, au microscope, que la partie limpide ne retient rien en suspension. L'eau qu'on y ajoute ne précipite rien; mais si l'on y verse de l'ammoniaque, il se forme tout à coup un précipité plus ou moins floconneux et gras, qui n'est formé que d'huile altérée ou plutôt ayant subi une transformation, par l'addition d'un principe qui manquait à son organisation (3726).

3733. Or, d'après tout ce que j'ai déjà fait observer dans le cours de cet ouvrage (57,3182), il doit paraître évident que ces flocons retiennent toujours, malgré les lavages les plus nombreux, et de l'acide sulfurique libre et de l'ammoniaque libre ou combinée. Car, si la quantité d'un acide donné est simplement dissoute dans l'huile, et si l'on désire l'enlever par les lavages à l'eau, l'huile se divisera en globules plus ou moins volumineux; dès lors l'eau pourra bien s'emparer des molécules acides qui revêtent la surface de ces globules oléagineux, mais elle n'atteindra jamais l'acide qu'ils emprisonnent; et il arrivera une époque, où l'eau de lavage cessera d'être acide, sans que l'huile ait perdu son acidité. J'ai placé une larme d'acide hydrochlorique dans un centimètre cube d'huile d'olive; j'ai lavé à grande eau, et alors que l'eau ne me semblait plus donner des traces même d'acidité, je parvenais pourtant, à l'aide d'une dissolution dans l'alcool froid ou chaud, à en reconnaître l'existence. Au bout de trois mois d'exposition à l'air, cette huile renfermait encore de l'acide hydrochlorique, bien reconnaissable aux réactifs.

3734. Nous avons déjà établi que les substances organisatrices s'opposent souvent aux réactions des corps; il en est de même des substances organisantes, et à plus forte raison des huiles, qui, étant immiscibles à l'eau, doivent protéger les corps qu'elles dissolvent contre l'action des dissolutions aqueuses. Aussi, à une certaine phase de l'expérience, arrivera-t-il qu'on ne saura plus se prononcer sur la nature de l'acide mélangé.

3735. Les acides concentrés, employés en suffisante quantité, exercent leur action désorganisante sur les huiles, comme sur les autres substances; l'acide sulfurique les rend d'abord verdâtres, et il finit par les charbonner. L'acide hydrochlorique produit le même effet.

3736. L'acide nitrique concentré agit à peu près de la même manière : mais le mélange s'échauffe tellement qu'il s'enflamme quelquefois. A l'aide de l'ébullition, l'acide nitrique étendu convertit les huiles, comme les gommes (3105), en acides malique, oxalique, etc.

3737. Plusieurs acides végétaux se dissolvent dans les huiles, sans leur faire subir aucune altération sensible.

3738. L'acide arsénieux s'y dissout en les épaississant, et les rendant plus claires et plus pesantes.

## § IV. *Action des bases sur les corps gras. — Savons.*

3739. Ainsi que les acides, la potasse et la soude communiquent, par l'ébullition, aux huiles et aux graisses, la propriété de se dissoudre dans l'eau, et forment avec elles une espèce de combinaison alcaline que l'on nomme *savon*. L'ammoniaque caustique se combine lentement avec les huiles, et finit par former un liquide laiteux, appelé *liniment volatil* en médecine. L'eau en sépare l'huile dans toute son intégrité ; mais, à la longue, l'ammoniaque agit sur l'huile comme les autres alcalis ; et les produits de la *saponification*, dans l'un comme dans l'autre cas, sont des altérations diverses de l'huile que nous examinerons plus bas.

3740. Mais puisque l'acide nitrique agit sur les huiles et graisses, comme sur la gomme (3736), et qu'il les transforme en acides malique, oxalique et autres, l'analogie indique d'avance que les alcalis caustiques doivent se comporter, avec les huiles, de la même manière qu'avec toutes les substances qui peuvent être représentées par du carbone et de l'eau (3097). La potasse caustique transformera donc les huiles en acides oxalique, acétique, carbonique, etc., qui y resteront dissous ou combinés avec elle.

3741. La baryte, la strontiane et la chaux saponifient les huiles ; mais la combinaison est insoluble dans l'eau. La magnésie hydratée forme à *froid* avec elles une émulsion, et se saponifie par la chaleur de la même manière que ces bases ; anhydre, elle est sans action sur elles. Les oxydes métalliques, tels que ceux de zinc, de manganèse, de fer, de cobalt, de cuivre, de bismuth, de mercure, d'argent, d'or et de plomb, jouissent de la même propriété. Les carbonates et bicarbonates alcalins, le borax et le borate de potasse saponifient les huiles lentement, et d'une manière incomplète.

3742. L'aspect laiteux que prend l'eau, dans laquelle on fait dissoudre l'un de ces savons, est le résultat de la suspension des molécules non dissoutes. On les distingue au microscope, sous la forme des cellules désagrégées et aplaties, dont nous avons parlé au sujet de l'épiderme. Ces molécules disparaissent à leur tour, quand la quantité d'eau employée est suffisante. Lorsque le liquide a repris toute sa transparence, on le rend de nouveau laiteux, si l'on y verse un acide, qui précipite l'huile, en s'emparant de son dissolvant. Le précipité s'offre alors sous forme de globules infiniment petits, qui restent quelque temps suspendus dans l'eau, et finissent par se rassembler à la surface.

3743. Les savons insolubles rendent l'eau trouble, mais non laiteuse.

## § V. *Combinaisons des huiles grasses avec les autres corps.*

3744. Les huiles bouillantes dissolvent le soufre; l'huile se transforme alors en une masse épaisse, visqueuse, rouge brunâtre, et d'une odeur désagréable; il se dégage aussi de l'hydrogène sulfuré. A une température plus basse, l'huile dissout le soufre sans s'altérer, et, par le refroidissement, elle laisse déposer l'excès de soufre en cristaux octaèdres allongés (64).

3745. Le phosphore se dissout aussi dans 36 parties d'huile froide, et dans une moindre quantité par la chaleur ; par le refroidissement l'excès de phosphore se dépose cristallisé. La dissolution est phosphorescente, propriété que lui enlève une huile essentielle.

3746. Le sélénium, le chlore, l'iode se dissolvent de même dans les huiles, et finissent par s'y transformer, les deux derniers en acides hydrochlorique et hydriodique.

3747. Le sel marin, les *alcalis végétaux*, les chlorures de phosphore, de soufre, d'arsenic, les huiles essentielles, les résines et le sucre, etc., s'y dissolvent également (*).

3748. Mais si les huiles et les graisses rencontrent ces substances soit dans les mailles des tissus, soit pendant la durée de leur extraction, elles les dissoudront aussi facilement que dans nos laboratoires. Et comme rien ne nous avertira d'avance du mélange, nous serons portés à attribuer à la substance grasse, comme un caractère distinctif et spécifique, une réaction qui, dans le fait, pourra ne provenir que de la présence d'un sel ou d'une substance étrangère.

## § VI. *Action de la chaleur sur les corps gras.*

3749. Les molécules des huiles sont si faciles à se désagréger et à former de nouvelles combinaisons, qu'on ne peut les soumettre à l'influence de la chaleur, sans en retirer des produits aussi nouveaux que variés.

(*) Il est inutile de faire remarquer que ces dissolutions ne peuvent avoir lieu qu'à chaud avec les graisses (3722) ; puisque celles-ci cessent d'être liquides à la température ordinaire.

3750. On savait, dès le temps de Macquer, qu'en distillant la graisse de mouton, le beurre, etc., on obtenait, dans le récipient, une huile, dont la fluidité est à peu près semblable à celle des huiles grasses, ensuite une huile épaisse qui se fige par le refroidissement, et qui est accompagnée de quelques gouttes d'un liquide, dont l'acidité devient de plus en plus grande, enfin une huile épaisse, une espèce de beurre qui a une couleur rousse. On savait encore alors qu'en distillant une huile grasse, avec le double de son poids de chaux éteinte à l'air, on peut atténuer l'épaisseur de l'huile, jusqu'à lui communiquer l'aspect d'une huile essentielle, et qu'à mesure que l'huile ténue passe dans le récipient, il reste dans la cornue une portion épaisse et lourde de la même huile.

3751. Or, si la chaleur produit ces effets sur les huiles seules, il doit paraître évident que les produits seront analogues, quand on soumettra ces substances grasses à la chaleur dans un menstrue quelconque.

3752. Ces principes et ces expériences une fois bien connus, l'application s'en fait naturellement aux substances nouvelles, que la chimie moderne a signalées dans les corps gras.

## § VII. *Produits neutres de l'altération des huiles et graisses. — Stéarine et oléine.*

3753. Braconnot et Chevreul ont admis, dans chaque huile grasse et dans chaque graisse, l'existence de deux corps gras dont l'un liquide à — 4°, et l'autre solide à la température ordinaire. D'après eux, le plus ou moins de fluidité et de fusibilité d'une huile ou d'une graisse, serait le résultat des proportions du mélange. Chevreul a nommé *stéarine* la substance solide, à laquelle Braconnot conservait le nom de suif, et *oléine* la partie liquide que Braconnot nommait *huile*.

3754. On obtient ces deux substances, soit par expression, soit par dissolution. Dans le premier procédé, qui s'applique aux huiles, on fait congeler l'huile, en abaissant la température; on presse la masse entre des feuilles de papier joseph, qui s'imbibent ainsi de l'*oléine* et abandonnent la *stéarine*. Dans le second, qui s'applique spécialement aux graisses (3722), on traite la graisse dans un matras, par sept à huit fois son poids d'alcool bouillant, et d'une densité de 0,791 à 0,798 ; on décante la liqueur au bout de quelque temps, on traite le résidu par du nouvel alcool, jusqu'à ce que toute la graisse soit dissoute. Chaque portion d'alcool laisse déposer, par le refroidissement, la stéarine, sous forme de petites aiguilles, et retient l'oléine, qui, en réduisant la dissolution à $\frac{1}{8}$ de son volume, se rassemble en une couche semblable à l'huile d'olive; on la lave à l'eau (37), pour la dépouiller de toutes les particules alcooliques qu'elle peut retenir. On purifie de nouveau la stéarine par de nouvelles ébullitions de l'alcool; et on purifie l'oléine comme ci-dessus par la congélation et l'expression, que l'on répète jusqu'à ce qu'on obtienne l'oléine fluide à — 4°.

3755. La *stéarine* est alors fusible à 44°, peu soluble dans l'alcool froid, soluble dans 6.2 parties d'alcool bouillant d'une densité de 0,795, et cristallisant, par le refroidissement, en aiguilles brillantes. L'oléine a l'aspect d'une huile, elle pèse 0,913, se dissout dans 31,3 p. d'alcool bouillant d'une densité de 0,816. Elles se comportent toutes deux, du reste, avec les bases et les réactifs, de la même manière que les corps gras d'où on les a extraites (*). Elles se volatilisent dans le vide sans altération.

3756. Mais ces deux distinctions néologiques sont encore plus arbitraires que celles qu'on a voulu établir entre la bassorine et la gomme soluble. Car nous avons vu que la chaleur seule suffisait pour transformer les corps gras en un nombre indéterminé de produits, qui se multiplient à mesure qu'on prolonge l'expérience; or ici à l'action de la chaleur se joint celle de l'alcool, et puis l'action désorganisatrice de la congélation.

3757. En vertu de quel principe est-on autorisé à regarder l'oléine, comme obtenue à l'état de la plus grande pureté, quand, après des expressions suffisamment répétées, elle reste fluide à — 4°? A-t-on esssayé de reconnaître, si, en continuant cette alternative d'ébullitions et de congélations, on ne l'amènerait pas à être fluide à — 4°,5, — 5° et même — 6° ? Quels noms prendra donc l'oléine à ces diverses phases ?

Quand elle n'est fluide qu'à zéro ou — 2°, à quoi doit-elle cette propriété ? à un mélange de stéarine ? Mais à cette température, la stéarine se fige ; d'où vient que pourtant l'oléine conserve encore toute sa limpidité ? Si du reste à — 2° elle dissout encore de la stéarine, qui prouve qu'elle n'en tient pas en solution à — 4° ?

3758. Enfin, nous avons vu que les huiles tendent à absorber l'oxygène de l'air, et à perdre de leur fluidité, en raison de la quantité de ce gaz

(*) Malgré le peu de fixité de ces caractères, Chevreul n'en était pas moins porté à considérer les stéarines des divers corps gras comme des espèces différentes.

qu'elles absorbent; qu'elles se transforment ainsi, pour ainsi dire, en tissus (3182). Or, cette transformation et cette absorption d'oxygène ayant lieu successivement et avec lenteur, on peut admettre que toutes les molécules des huiles ne subiront pas les effets de cette absorption à la fois, qu'à une certaine époque les unes seront moins oxygénées que les autres, et par conséquent moins fusibles et moins solubles dans l'alcool que les autres (3727); et cela par des gradations, entre lesquelles il serait tout aussi difficile de trouver de véritables lignes de démarcation, qu'entre une série d'individus, dont chacun aurait un an de moins que l'autre. Aussi, dès les premières opérations, on rencontre une assez grande partie de ces dégradations organiques; et si on finit par les ramener à deux types extrêmes, ce n'est qu'après les avoir soumises à l'influence des diverses causes d'altération que nous avons mentionnées plus haut.

3759. En conséquence, au lieu de distinguer deux corps dans les huiles grasses et les graisses, on parviendrait peut-être à en distinguer aisément une vingtaine, en admettant, comme caractère spécifique, leur plus ou moins grande fluidité ou solubilité (*).

3760. Tous les principes développés dans cet ouvrage (64) portent à penser que l'huile traitée par l'alcool, doit en partie les propriétés qui la rangent dans l'espèce oléine, à une certaine quantité de particules alcooliques, qui resteraient en combinaison intime avec elle. Car si l'alcool a de l'affinité pour l'huile, il faut bien admettre aussi que l'huile a de l'affinité pour l'alcool, et que si l'alcool tend à s'emparer de l'huile, l'huile à son tour tend à retenir l'alcool et à s'opposer à sa volatilité, à lui communiquer enfin sa fixité. L'élimination de l'alcool par l'action de la chaleur, serait le résultat de l'excédant d'intensité de l'action de la chaleur, sur l'intensité de cette affinité chimique. Si, au lieu de la chaleur, on emploie, pour purifier les huiles, l'action des lavages à l'eau, il suffit de se rappeler les observations que nous avons déjà développées, pour rester convaincu que chaque globule oléagineux emprisonnera, dans sa substance, une certaine quantité de molécules alcooliques que l'eau ne saurait atteindre.

3761. Une expérience curieuse rapportée par Boerhaave vient à l'appui de cette opinion. « Il y a, dit-il, une méthode moins connue et plus pénible (que la saponification) pour faire que les huiles se mêlent à l'eau; aussi les artistes la regardent-ils comme un secret; elle consiste à faire digérer dans l'alcool, assez longtemps et suivant les règles de l'art, quelqu'une de ces huiles, qu'on appelle essentielles, et à mêler ensuite intimement le tout par plusieurs distillations réitérées; par là la principale partie de l'huile est si fort atténuée et si bien confondue avec l'alcool, que ces deux liqueurs peuvent se mêler avec l'eau. » Ce que l'auteur dit des huiles essentielles aurait évidemment lieu avec les huiles grasses.

3762. Comme l'absorption de l'oxygène par l'huile a lieu d'une manière d'autant plus rapide que la saison est plus avancée et la température plus élevée, on est en droit d'assurer que l'opération dont nous parlons exigera plus ou moins de manipulations et fournira des produits plus ou moins variés, selon qu'on aura à opérer sur une huile plus ou moins âgée, obtenue par l'expression de fruits cueillis à une époque de l'année plus ou moins chaude, ou sur une huile exposée, depuis plus ou moins longtemps, à l'influence de l'air atmosphérique, dans des vases plus ou moins bien fermés.

3763. Quant aux analyses élémentaires de l'oléine et de la stéarine, faites par le même auteur, elles présentent, entre elles, bien moins de différences que deux analyses d'un même corps gras faites par deux auteurs différents. On pourra s'en convaincre, en comparant les nombres consignés dans le tableau ci-dessus, et dans celui que nous allons donner plus bas pour ces substances supposées immédiates.

3764. La preuve de ce que nous avons avancé, au sujet de la fugacité des caractères de la stéarine et de l'oléine, c'est la dissidence que l'on remarque déjà entre les résultats obtenus par les expérimentateurs. Braconnot a retiré, de l'huile d'amande à — 10°, 0,24 de stéarine fusible à 6°; et 0,76 d'élaïne qui ne se congèle pas par le plus grand froid. Gusserow au contraire n'a pu en extraire la moindre trace de stéarine en exprimant les amandes à — 12°, plus fortement à — 4°, et enfin à quelques degrés au-dessus de zéro. Le premier auteur a remarqué qu'à — 6°, l'huile d'olive dépose 0,28 de stéarine fusible à 20°, et laisse 0,72 d'élaïne. D'après Gusserow, la stéarine fond à 10°, quand on la laisse quelque temps exposée à cette

(*) Ces raisons, que nous n'avons pas cessé de développer dans nos divers écrits depuis plusieurs années, paraissent avoir convaincu Berzélius, qui avoue que rien ne prouve *que l'huile ne contienne pas plus de deux huiles.* (*Traité de chimie, trad.* p. 269, tom. V, Paris, 1831.)

température. Braconnot a reconnu encore que l'huile de navette se compose de 0,46 parties de stéarine fusible à 7°,5, et de 0,54 d'élaïne qui conserve l'odeur de l'huile de navette.

3765. Depuis la publication de ce livre, les chimistes, qui ont cherché à reprendre ce sujet, ont été forcément amenés à confirmer nos prévisions. Ceux qui ont traité les graisses par l'éther, au lieu de l'alcool, ont augmenté d'un nouveau produit le nombre des principes admis dans les huiles. Ainsi, Lecanu (*Académie des sciences*, 20 janvier 1834) annonce que la stéarine obtenue par l'alcool est composée de deux principes, l'un plus fusible et plus soluble dans l'éther que l'autre, et qui pourrait correspondre au principe solide des huiles végétales; il appelle *stéarine* la moins fusible, et *margarine* l'autre ; et nous prédisons que tout n'est pas fini à cet égard. Le chimiste qui voudra donner un nom à tous les degrés de fusibilité et de solubilité des graisses, n'aura qu'à les traiter par les diverses huiles essentielles ou résines ; il trouvera matière à former un riche catalogue des principes de cette valeur. On avait déjà eu l'occasion de faire une remarque semblable, à une époque où la chimie pharmaceutique n'avait pas encore pris le vol hardi qui la mène aujourd'hui aux découvertes ; et le *Bulletin de pharmacie*, tom. I, p. 300, avait déjà fait connaître qu'une dissolution de trois parties d'huile d'olive, dans deux parties d'éther sulfurique, reste liquide à 18° au-dessous de zéro ; qu'en mélangeant ensemble parties égales d'éther, d'alcool et d'huile fixe, il en résulte, par l'agitation, au bout de quelques minutes, deux couches très-distinctes, l'une inférieure composée d'éther et d'huile, et l'autre supérieure presque uniquement composée d'alcool.

3766. Or, diminuez la dose d'éther, dans la première expérience, vous diminuerez proportionnellement la fluidité de l'huile ; mais tant qu'il restera dans l'huile une certaine quantité d'éther, l'huile conservera une fluidité qui lui est étrangère, et l'huile ne saurait jamais être dépouillée de toute la quantité d'alcool ou d'éther, ou de tout autre menstrue qu'on lui aura une fois associé (3760).

3767. De même que la *stéarine* a été divisée en deux substances, de même, et en vertu de la même méthode, l'*oléine* n'a pas tardé à être suivie de l'élaïdine, substance qui proviendrait, d'après F. Boudet, de l'action de l'acide nitrique et de l'acide nitreux sur les huiles d'olive, d'amandes douces, de noisettes, de noix, d'acajou, et probablement, dit Thénard, de beaucoup d'autres. Quand on mêle cent parties d'huile d'olive à froid avec un mélange de trois parties d'acide nitrique à 35°, et une partie d'acide nitreux, qu'on agite et qu'on abandonne le liquide à lui-même pendant un temps suffisant, l'huile se solidifie en deux heures, à la température de 17°. Alors on la chauffe avec de l'alcool, qui en sépare une matière jaune, etc., puis on la comprime entre des feuilles de papier non collé, pour en extraire une petite quantité de matière oléagineuse encore liquide; le résidu, presque égal en poids à celui de l'huile primitive, est l'*élaïdine* pure. D'après l'auteur, elle est fusible à 36°, soluble en toutes proportions dans l'éther sulfurique, presque insoluble dans l'alcool, à 0,897 de densité ; car, à la température de l'ébullition, il n'en dissout que la 200e partie de son poids, et se trouble par le refroidissement. A la distillation dans une cornue de verre, elle donne un produit liquide qui forme à peu près la moitié du volume de l'élaïdine, et qui, par le refroidissement, se prend en masse de consistance butyreuse : dans ce produit se trouve beaucoup d'acide élaïdique. Avec la potasse bouillante, elle se transforme en glycérine et en acide élaïdique. « Que se passe-t-il, demande Thénard, dans cette opération ? On l'ignore, parce qu'on n'a analysé aucun des produits qui se forment. Tout ce qu'on sait, c'est que l'huile solidifiée ne rougit pas le tournesol, lorsqu'elle a été mêlée avec l'acide nitreux. »

3768. Et sur ce peu de choses, que l'on sait négativement, les auteurs établissent positivement l'existence d'une substance qu'ils considèrent, comme ayant été obtenue à l'état de pureté ; nous invitons les auteurs qui se livrent plus spécialement à la recherche de ces sortes de découvertes, à soumettre les mêmes huiles à l'action de l'acide sulfurique, ou à celle de l'acide hydrochlorique, enfin à celle de tous les acides connus, et ils ne manqueront pas de grossir le catalogue des élaïdines. En effet, ils auront la même solidification, mais en plus ou moins de temps, avec des caractères de coloration, de solubilité, et puis d'acidité élaïdique différents, selon la nature des acides et la dose qu'ils en emploieront. Nous ferons observer en outre que, depuis longtemps, on sait que l'acide nitrique transforme les graisses en acides oxalique et malique, qui auraient dû être trouvés dans l'élaïdine, après l'ébullition dans l'alcool. D'un autre côté, un acide mélangé à de l'huile en excès s'emprisonne tellement dans les molécules oléagineuses, qu'il est difficile et fort long d'en constater la présence aux papiers réactifs ; il se

dissimule d'autant mieux que la consistance de l'huile est plus grande.

3769. Avec l'huile de ricin (*palma christi*), et en suivant le même procédé, l'auteur a obtenu nécessairement une nouvelle substance, la *palmine*, qui se distingue, parce qu'elle a conservé l'odeur de l'huile de ricin, qu'elle fond à 66°, et se prend par le refroidissement en une masse, dont la cassure est analogue à celle de la cire. Tout le reste est analogue aux caractères ci-dessus; nous ne sommes pas au bout, sans doute.

*Glycérine* (3255, 3263).

3770. En appliquant les principes que nous venons d'exposer à la *glycérine*, telle que nous l'avons décrite, on n'aura pas, je pense, de peine à concevoir cette substance comme un mélange, en proportions variables, de l'huile plus ou moins épurée, et du sucre qui se sera formé aux dépens d'une portion de la masse, par l'action de la base avec laquelle on l'a traitée à chaud. Cette portion de la masse huileuse se sera transformée en sucre, en s'associant à la quantité d'oxygène qui lui manque, pour représenter, avec l'hydrogène qu'elle possède, un volume d'eau. Quant à sa solubilité dans l'eau et dans l'alcool, il est permis de l'attribuer, pour la portion oléagineuse, à la présence d'un acide formé dans le cours de l'opération (3740) (*), ou peut-être à une simple suspension, et mieux encore à l'association de la portion oléagineuse avec le sucre, qui a la propriété de rendre solubles dans l'eau les huiles essentielles également solubles dans l'eau et dans l'alcool (3761).

*Cétine* (Chevreul).

3771. On obtient la cétine du blanc de baleine, par l'ébullition dans l'alcool et le refroidissement. Elle se dépose en lames cristallines en apparence: elle est fusible à 49°. Dans le vide, elle se volatilise comme la stéarine, et se dissout dans 40 parties d'alcool bouillant. La principale différence de la cétine et de la stéarine consiste dans la fusibilité de l'une à 44° et de l'autre à 49°. Une autre différence a été signalée par l'auteur: c'est la formation, par la saponification, outre les acides dont nous traiterons plus bas, de 36 sur 64 d'une substance qui rentre en fusion à 48°, et que l'auteur a nommée *Éthal*, des deux syllabes initiales de l'éther et de l'alcool, à cause que l'hydrogène bicarboné de cette substance étant égal à celui de chacune des deux autres, la quantité d'eau qui équivaut à ses 6,289 d'oxygène combiné avec 1,321 d'hydrogène est, à l'égard des quantités d'eau qu'on peut considérer comme associées à l'hydrogène bicarboné de l'éther et de l'alcool, dans le rapport simple des nombres 1, 4, 8. On voit que l'étymologie de ce nom un peu bizarre dérive d'un jeu d'esprit plutôt que d'un caractère inhérent à la substance.

*Cholestérine* (Chevreul).

3772. On l'obtient, comme la substance précédente, par le refroidissement de la solution alcoolique des calculs biliaires de l'homme. Elle ne fond qu'à 137°; 100 grammes d'alcool bouillant ayant une densité de 0,816 en dissolvent 18 grammes. Or, la bile n'étant qu'un savon à base de soude, mêlé à de la résine, on s'expliquera la résistance de ce corps gras à l'action de la chaleur, par une altération profonde produite sur les principes de la graisse, sous l'influence successive de la saponification et de l'action des organes. L'huile de noix, abandonnée au contact de l'air, finit par acquérir et cette solidité et ce peu de fusibilité. Je propose aux chimistes le sujet suivant de récherches:

Analyser élémentairement chaque jour, une portion de l'huile de noix, abandonnée un mois seulement à l'action de l'oxygène; on obtiendra, au bout d'un mois, trente substances nouvelles, et partant trente noms nouveaux.

*Phocénine* (Chevreul) (3770*).

3773. On dissout à chaud 10 parties d'huile de marsouin dans 9 parties d'alcool d'une densité de 0,797; on décante, et on soumet la liqueur alcoolique à la distillation. On sature le résidu acide par du carbonate de magnésie. On traite de nouveau l'huile désacidifiée par de l'alcool faible et froid qui s'empare de la *phocénine* proprement dite. C'est une huile très-fluide à 17°, d'une densité de 0,954, exhalant une odeur faible et indéterminable.

3774. Cette phocénine, congelée et traitée par

(*) On pourrait objecter que cette substance n'offre pas de traces d'acidité; mais aux observations que nous avons déjà plusieurs fois faites à cet égard, nous pouvons ajouter une expérience de Chevreul même. L'huile de marsouin, qui est acide, traitée par la magnésie, semble avoir perdu son acidité, même après avoir été dissoute dans l'alcool; mais par distillation, l'alcool abandonne une substance qui rougit sensiblement le tournesol.

le papier joseph, ne se serait-elle pas séparée en deux ou plusieurs autres substances, dont les unes fusibles à une plus basse température et les autres à une plus haute? Je suis porté à le croire.

*Butyrine* (Chevreul) (3390).

3775. La butyrine s'obtient de la manière suivante. On fond le beurre frais à une température de 60°; on décante, dès que le lait de beurre a gagné le fond du vase; on le jette sur un filtre entre deux fourneaux, et on l'agite avec de l'eau à 40°. On décante et on filtre de nouveau. On tient plusieurs jours le beurre à une température de 19°, pour en séparer la stéarine, qui se précipite sous forme de petits grains en apparence cristallisés. On décante; on mêle cette huile dans un ballon, avec un poids égal d'alcool à 0,796 de densité, et à une température de 19°; on agite le mélange de temps en temps; après vingt-quatre heures, l'alcool est décanté, et la partie indissoute mise de côté. On soumet la solution alcoolique à une distillation ménagée, on obtient pour résidu une huile acide, qu'on sature par du carbonate de magnésie. On enlève le nouveau sel de magnésie au moyen de l'eau; on fait chauffer la matière restante avec de l'alcool, et on fait évaporer celui-ci pour avoir la butyrine pure.

3776. Dans cet état, la butyrine est très-fluide à 19°, d'une densité de 0,908, ne se coagulant guère qu'à 0°, et son odeur rappelle le beurre chaud.

3777. Mais l'auteur fait remarquer que cette butyrine est presque toujours jaunâtre, couleur qui, d'après lui, ne lui est pas essentielle, puisqu'il y a des beurres qui fournissent une butyrine incolore. Or, si la butyrine peut renfermer une matière colorante étrangère à son essence, on peut supposer qu'elle dissolve aussi plusieurs autres substances, et même des sels. Son odeur pourra même lui être étrangère; et alors qui nous empêche de la considérer comme une huile ordinaire, ou bien de l'oléine mélangée?

3778. Quant à moi, je n'y vois pas d'autre différence. Remarquez que l'huile du beurre est acide, et cet acide est de l'acide lactique, qui se forme et reste dans le mélange laiteux. Or un acide communique à une huile la propriété de se dissoudre à froid dans l'alcool. Dans le procédé de l'auteur, l'alcool, au lieu de séparer deux huiles différentes, pourra bien ne faire qu'enlever toute la portion huileuse que l'acide est dans le cas de rendre soluble. Aussi, lorsqu'il a saturé l'acide par de la magnésie, l'auteur se trouve dans la nécessité de traiter la butyrine à chaud.

*Hircine* (Chevreul).

3779. L'hircine s'obtient des graisses de bouc et de mouton. D'après Chevreul, elle forme le suif par son mélange avec l'oléine. Du reste, son unique caractère est de donner, par la saponification, un acide que l'auteur nomme *hircique*.

3780. Composition élémentaire de quelques-unes de ces substances (3725).

| | Carbone. | Oxyg. | Hydr. | Azote. | |
|---|---|---|---|---|---|
| Stéarine de mouton. | 78,776 | 11,770 | 9,454 | . . . . | Chevreul. |
| Stéar. d'huile d'oliv. | 82,170 | 11,232 | 6,302 | 0,296 | Th. Saus. |
| Oléine de porc. . . . | 79,350 | 11,090 | 9,560 | . . . | Chevreul. |
| Oléine de mouton. | 79,030 | 11,422 | 9,548 | . . . | Id. |
| Cholestérine. . . { | 84,068 | 12,018 | 3,914 | . . . | Saussure. |
| | 85,095 | 11,880 | 3,025 | . . . | Chevreul. |
| Éthal. . . . . . . | 79,766 | 13,945 | 6,289 | . . . | Id. |

3781. Ces nombres amènent à la même conséquence que ceux que fournissent les analyses des corps gras avant toute manipulation (3725): c'est que leur solidité, à la température ordinaire, est en raison directe de la quantité d'oxygène qu'ils possèdent. Ainsi la cholestérine, substance que l'altération a rendue la moins fusible de toutes, ne possède que 3 environ d'oxygène sur 12 d'hydrogène, tandis que l'oléine en possède 9 sur 11, d'après Chevreul, et 6 sur 11, d'après Saussure.

3782. Depuis la publication de cet ouvrage, la science académique a progressé, dans la première voie qui nous a donné tant de substances nouvelles. Elle s'était enrichie de substances grasses en *ine*; elle y a ajouté depuis des substances grasses en *one*; espérons qu'après l'apparition de cette seconde édition, nous aurons une nouvelle collection de substances grasses en *ane* et puis en *une*. Quoi qu'il en soit, la *margarine* a une *margarone*, la *stéarine* une *stéarone*, l'*oléine* une *oléone*, substances qui, dans la classification universitaire, se rangent à côté de l'*acétone*; non pas, comme le fait remarquer judicieusement le professeur, que l'acétone soit une substance grasse, mais parce qu'elle se forme dans les mêmes circonstances que la *margarone*, et qu'on peut les représenter toutes par une proportion de l'acide employé, moins une proportion d'acide carbonique.

3783. Ces substances en *one* se produisent, toutes les fois qu'après avoir mis en contact les acides *margarique*, oléique, stéarique, avec la chaux vive, on distille le mélange; on obtient alors dans le récipient une substance, dont Macquer et les chimistes du temps avaient parfaitement bien saisi et décrit les caractères, mais que nos modernes ont eu l'esprit de revêtir d'un nom spécifique. Mais les nomenclateurs sont encore, sous ce rapport, en arrière des chimistes du dernier siècle, qui ont signalé plus d'une substance dans le récipient. En théorie, il est aisé de comprendre que non-seulement la chaux vive se carbonate aux dépens de la substance grasse, mais encore qu'elle s'hydrate; or, comme la substance grasse ne renferme qu'une minime proportion d'eau, il est évident qu'après ce traitement, la substance grasse offrira bien moins d'oxygène qu'auparavant à l'analyse élémentaire.

3784. Bussy, à qui nous sommes redevables de la margarone, de la stéarone, a trouvé que ces substances se composaient de :

| | Carb. | Hydr. | Oxyg. |
|---|---|---|---|
| Margarone. . . | 83,34 | 13,51 | 3,15 |
| Stéarone. . . . | 84,78 | 13,77 | 1,45 |

L'oléone n'a pas été analysée.

3785. Mais si ces nombres autorisent à adopter une nomenclature en *one*, pourquoi conserver la terminaison en *ine* à la *cholestérine*, dont l'analyse élémentaire est, à peu de chose près, la même que celle de la margarone?

| | Carb. | Hydr. | Oxyg. |
|---|---|---|---|
| Cholestérine. . . | 84 | 12 | 4 |

3786. La *margarone* fond à 77°; la stéarone à 86°. La margarone se dissout dans 5 fois son poids d'alcool à 40° bouillant, mais seulement dans 5 fois son poids d'alcool à 36°, dans moins de la cinquième partie de son poids d'éther hydrique à chaud, et très-facilement dans l'éther acétique et dans l'essence de térébenthine. Mais tout ce que nous savons de la stéarone, c'est qu'elle est moins soluble dans l'alcool et l'éther que la margarone. Nous le répétons, la liste ne devrait pas s'arrêter à ce point; ce ne sont là que des essais, et la chaux vive, à ce prix, doit produire un bien plus grand nombre de substances nouvelles en *ine*, *one*, *une* et *ane*.

## § VIII. *Produits acides de l'altération des corps gras par la saponification alcaline.*

3787. Il est indubitable que l'action des acides concentrés, et surtout celle des bases caustiques, métamorphose la substance grasse en acides de diverses espèces (oxalique, malique, carbonique, et, sans aucun doute, acétique), qui tous peuvent rester dissous dans les huiles ou être emprisonnés par les molécules des graisses (3670). Une fois ce fait admis, il eût été rationnel de chercher à éliminer ces divers acides de la substance grasse saponifiée, avant de se prononcer sur ses caractères distinctifs; et si les caractères distinctifs de la substance saponifiée ne diffèrent de ceux de la même substance avant sa saponification que par l'acidité, l'analogie imposait l'obligation de ne regarder cette dernière propriété que comme un caractère accessoire et tout à fait étranger à la nature de la substance grasse elle-même; il était encore rationnel de penser que l'acide, dont on se sert pour saturer la base du savon, peut rester en grande partie dans la substance grasse et lui communiquer une acidité artificielle (3733). Or ces inductions si rationnelles auraient été adoptées, sans difficulté, par l'ancienne chimie organique, celle du temps des Macquer, Baumé, Boerhaave, etc. Mais dominé par les belles découvertes qui venaient de changer la face de la chimie inorganique, Berthollet manifesta l'opinion que la saponification par les alcalis pourrait bien n'être autre chose qu'une combinaison atomistique d'un acide avec une base. Cette parole tombée de la bouche toute-puissante de Berthollet fut recueillie par Chevreul; et elle nous a valu un assez long catalogue de principes immédiats neutres (3780) ou acides. Il nous reste à examiner ceux-ci.

### *Acides stéarique, margarique et oléique.*

3788. Ces trois acides sont, en même temps que la glycérine, d'après Chevreul, le produit de la saponification de 100 p. de graisse de mouton, de porc ou de bœuf, par 25 parties de potasse caustique et 100 d'eau, exposée à une température de 100°, jusqu'à ce que le savon soit achevé. On le sépare alors, et on le met en contact à froid avec le double de son poids d'alcool d'une densité de 0,822, qui dissout, en 24 heures, l'oléate de potasse et attaque à peine le margarate et le stéarate. On sépare ensuite le margarate du stéarate, en faisant bouillir la masse attaquée par l'alcool

froid, dans l'alcool bouillant, et cela à plusieurs reprises; le margarate finit par rester tout entier dans l'alcool; et le stéarate s'en précipite à chaque refroidissement.

3789. On isole alors chacun de ces trois acides, au moyen de l'acide hydrochlorique qui s'empare de la potasse.

On trouve les acides margarique et oléique tout formés dans le gras des cadavres.

3790. L'acide oléique diffère des deux autres par les mêmes caractères physiques qui distinguent l'oléine de la stéarine (3754). Il a une légère odeur rance; il se fige à quelques degrés au-dessous de zéro. Sa densité est de 0,898 à 19°; l'eau ne le dissout pas SENSIBLEMENT. L'alcool, d'une densité de 0,822, le dissout au contraire en toutes proportions.

3791. L'acide stéarique diffère spécialement de l'acide margarique, en ce que le premier est fusible à 70° et que le second l'est à 60°, d'après Chevreul. Mais ce caractère, si précis dans les livres, est moins invariable dans le laboratoire, et nos prévisions n'ont pas tardé à se vérifier encore à ce sujet. Lecanu et Bussy n'ont jamais pu obtenir un acide stéarique fusible à plus de 60° (3765). Ces deux acides sont tous les deux insolubles dans l'eau, mais très-solubles dans l'alcool et dans l'éther.

3792. Ces trois acides forment, avec les bases, des sels, solubles avec la potasse et la soude, et insolubles avec la chaux, strontiane, baryte, etc.

3793. L'emploi de l'acide hydrochlorique, dans ce procédé d'extraction, suffirait pour expliquer la faible acidité qui distingue ces acides de l'oléine et de la stéarine, s'il n'était pas démontré que l'action de la potasse sur les matières organiques détermine la formation d'acides déjà connus sous d'autres noms (3787). L'acide oléique, à mes yeux, n'est donc que la partie huileuse tenant en dissolution un acide quelconque; et les acides stéarique et margarique ne sont que deux portions moins fusibles l'une que l'autre de la partie graisseuse du suif, mêlées, comme le premier acide, à une certaine quantité d'un acide étranger.

*Acide phocénique* (Chevreul).

3794. En traitant, comme ci-dessus, par les alcalis, l'huile de marsouin ou celle de dauphin, on obtient de l'acide oléique, de l'acide margarique et de l'acide phocénique à l'état de sels alcalins. On sature la base par un excès d'acide tartrique ou phosphorique; l'acide phocénique reste dissous dans l'eau que l'on décante, que l'on filtre et qu'on soumet à la distillation. L'acide phocénique se volatilise ainsi que l'eau. On sature le produit par de l'hydrate de baryte que l'on dessèche, et que l'on décompose ensuite en sulfate de baryte et en acide phocénique, au moyen de 33,4 parties d'acide sulfurique étendu de 33,4 d'eau, sur 100 parties de sel.

3795. Cet acide se distingue de l'acide oléique, parce qu'il est soluble dans 18 parties d'eau, que sa densité à 28° est de 0,932, que son odeur est celle de l'*acide acétique* et du BEURRE FORT, que sa saveur rappelle CELLE DE LA POMME REINETTE, et que sa capacité de saturation pour les bases paraît être trois fois aussi grande que celle des acides stéarique, margarique et oléique.

On le trouve libre en petite quantité dans les baies du *viburnum opulus*, uni à l'oléine dans l'huile de marsouin, uni à l'oléine et à la cétine dans celle du dauphin.

3796. Ici la présence d'un acide étranger, d'un mélange assez considérable d'acide acétique et d'acide malique combiné à la substance odorante, paraît d'une évidence incontestable par la saveur et par l'odeur de cette huile.

*Acides butyrique, caproïque et caprique* (Chevreul, 3390).

3797. On obtient ces trois acides simultanément, en traitant le beurre par le même procédé que l'huile de marsouin (3794). La glycérine résulte encore de l'opération. On soumet à la distillation le savon traité par l'acide tartrique; les trois acides gras passent dans le récipient. On les sature avec de la baryte, et on sépare les trois sels, en se fondant sur ce que 100 parties d'eau dissolvent 36 parties de butyrate à 10°; 8 de caproate à 10°, 5; 0,5 de caproate à 20°. On isole ensuite chacun d'eux, au moyen de l'acide sulfurique et dans les mêmes proportions que ci-dessus (acide phocénique).

3798. L'acide butyrique, qui existait déjà libre en petite quantité dans le beurre, est liquide à 9°, semblable à une huile volatile; sa densité est de 0,9675 à 10°. Son odeur est analogue à celle de l'acide phocénique, et sa saveur laisse un arrière-goût douceâtre.

3799. L'acide caproïque ne s'en distingue que par un arrière-goût douceâtre plus prononcé et par une densité de 0,922, à 26°.

3800. L'acide caprique ne se liquéfie qu'à 18°. Il a la même odeur que l'acide caproïque, odeur qui se rapproche en même temps un peu de celle

du bouc. Ces trois acides se dissolvent en toutes proportions dans l'alcool.

3801. De l'acide acétique, du sucre, une substance odorante, mêlés à de l'huile plus ou moins soluble par l'action de la chaleur et celle des acides (3770*), c'est là incontestablement toute l'origine de ces acides, dont les différences tiennent à si peu de chose. En admettant de tels caractères comme spécifiques, le beurre doit fournir, je ne crains pas de l'assurer, un plus grand nombre d'acides.

### *Acide hircique* (Chevreul).

3802. Produit de l'action des alcalis sur les graisses de bouc et de mouton (3723); liquide à zéro, volatil, ayant l'odeur DE L'ACIDE ACÉTIQUE ET CELLE DU BOUC, peu soluble dans l'eau, très-soluble dans l'alcool, mais du reste très-peu étudié. L'unique caractère de cet acide est dans l'odeur; et à ce prix vous pourrez faire de toutes pièces de la graisse de bouc, en mélangeant une graisse quelconque, avec le *Satyrium hircinum*, orchidacée qui pue le bouc à vingt pas à la ronde; vous ferez de toutes pièces l'acide hircique, en traitant ce mélange, comme Chevreul traite la graisse de bouc ordinaire, ou en pétrissant l'acide oléique avec la plante ci-dessus.

### *Acides margaritique, ricinique et élaïodique* (Bussy et Lecanu); *stéaro-ricinique, ricinique et oléo-ricinique* (Berzélius).

3803. L'acide margaritique entre en fusion à 130°, passe en grande partie sans altération à la distillation. Il est insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool bouillant, d'où il se précipite par le refroidissement en écailles nacrées. Sa combinaison avec la magnésie est insoluble dans l'alcool.

3804. L'acide ricinique, produit de la saponification de l'huile de ricin, est fusible à 22°, peu altérable par sa volatilisation, insoluble dans l'eau, très-soluble dans l'alcool et dans l'éther, rougit fortement le tournesol, décompose les carbonates à chaud. Les sels qu'il forme avec la magnésie et le plomb sont très-solubles dans l'alcool et insolubles dans l'eau. On l'obtient aussi de l'huile de ricin par la distillation à 265°, qui produit un liquide composé d'eau, d'ACIDE ACÉTIQUE, d'huile volatile, d'acide ricinique et d'acide élaïodique. Le résidu, chauffé avec de l'eau, laisse dégager de l'huile volatile; on le combine avec 1/10 de magnésie caustique, et il forme une combinaison saline qu'on dissout dans 4 p. d'alcool à 36°. La dissolution dépose, par une évaporation spontanée, du ricinate de magnésie qu'on décompose par l'acide hydrochlorique.

3805. L'acide élaïodique ne s'en distingue que parce qu'il ne se fige qu'à plusieurs degrés au-dessous de zéro.

3806. On voit dans toutes ces découvertes, qu'en admettant un simple mélange d'acide qui, dans cette circonstance, pourrait bien n'être que de l'acide acétique (3804), avec l'huile employée, tout se réduit toujours à obtenir une portion plus fluide et plus soluble que l'autre (3754).

### *Acides cévadique et crotonique* (Pelletier et Caventou, Brande).

3807. Produits de la saponification, le premier de l'huile de la graine de *Veratrum cebadilla*, le second de l'huile de *Croton tiglium*. Ces acides étant très-volatils, on suit, pour leur extraction, les mêmes procédés que pour les acides phocénique et butyrique (3797).

3808. L'acide cévadique se sublime en aiguilles blanches, nacrées, qui entrent en fusion à la température de 20°, et répandent l'odeur du beurre rance (3390); il est soluble dans l'eau, l'alcool et l'éther (3720). Le sel ammoniacal y fait naître un précipité blanc dans une dissolution de sels à base de fer.

L'acide crotonique se congèle à — 5°; il se volatilise à quelques degrés au-dessous de zéro, en répandant une odeur pénétrante, nauséabonde, qui irrite le nez et les yeux; il agit comme poison.

## § IX. *Produits acides de la saponification par les acides* (3768).

### *Acide cholestérique* (Pelletier et Caventou).

3809. On chauffe la cholestérine (3772) avec son poids d'acide nitrique concentré; il se dégage beaucoup de GAZ OXYDE D'AZOTE; et la liqueur, par le refroidissement, et surtout par une addition d'eau, laisse déposer une matière jaune, qui est l'acide cholestérique impur et imprégné d'ACIDE NITRIQUE. On le purifie ou par plusieurs lavages à l'eau bouillante (3733), ou en le faisant fondre dans l'eau chaude, y ajoutant une petite quantité de carbonate de plomb, faisant bouillir le tout pendant quelques heures, décantant et renouvelant l'eau de temps en temps, desséchant la masse, la

mettant en contact avec l'alcool, et faisant évaporer la dissolution alcoolique; le résidu que l'on obtient est de l'acide cholestérique le plus pur possible.

3810. Il est d'un JAUNE ORANGÉ ; il fond à 58° ; très-soluble dans l'alcool, dans les éthers sulfurique et acétique, dans les huiles volatiles, insoluble dans les huiles fixes, insoluble dans les acides et presque entièrement dans l'eau, qui en dissout POURTANT ASSEZ pour rougir le tournesol.

3811. Je me contenterai de rappeler ici ce que j'ai dit plus haut relativement à l'action de l'acide nitrique sur les corps gras (3733), et à la difficulté, et je dirai même, à l'impossibilité d'enlever à un de ces corps les divers acides que cet acide minéral y a fait naître.

3812. La chimie nous menace de la création d'un nouvel acide qui serait le produit de l'action de l'acide nitrique sur le suif; mais cet acide n'existe encore que comme simple présomption.

## § X. *Produits acides de la distillation des corps gras.*

3813. Par la distillation du suif on avait d'abord obtenu un acide sébacique, qui fut reconnu plus tard comme un simple mélange d'acide acétique, ou de l'acide hydrochlorique employé, et de graisse altérée. Thénard en découvrit un autre par le même procédé, et auquel il conserva le même nom. Il traitait le produit acide par de l'acétate de plomb qui précipitait l'acide sébacique à l'état de sébate ; il s'emparait du plomb à l'aide de l'acide sulfurique, lavait l'acide sébacique jusqu'à ce que l'eau ne précipitât plus le nitrate de baryte (3734). Berzélius ne considère cet acide que comme un mélange d'acide benzoïque et d'acide oléique. C'est là toute la chimie organique. L'un fait, l'autre défait pour refaire à son tour, et les nombreuses méprises ne servent de leçon à personne.

3814 Dupuy, Bussy et Lecanu ont reconnu que, par la distillation du suif, il se formait dans le récipient des acides stéarique, oléique et sébacique. Ces deux derniers ont constaté de plus que le produit de la distillation se compose d'hydrogène carboné, d'oxyde carbonique, d'acides ACÉTIQUE, CARBONIQUE, d'une huile odorante, d'une huile empyreumatique, d'une matière particulière, odorante, très-volatile, soluble dans l'eau, et enfin d'un faible résidu de charbon. Chevreul a obtenu de l'acide phocénique par la distillation de phocénine (3773), et de l'acide butyrique par celle de la butyrine (3775).

3815. J'ai déjà fait remarquer (3750) que les anciens avaient déjà obtenu des résultats fort analogues, mais qu'ils avaient eu du moins le bon esprit de ne pas donner, à ces divers produits, des noms qui ne font que masquer notre ignorance, ou qui nuisent aux progrès ultérieurs de la science, par cela seul qu'ils imposent, à la hardiesse de l'observateur, la nécessité de n'avancer vers le vrai, qu'en blessant l'amour-propre des créateurs de la nomenclature.

## § XI. *Cristallisation de ces acides et de leurs sels.*

3816. La cristallisation des uns et des autres se fait en lames rayonnées, dont il serait impossible de bien déterminer la figure, et qui n'offrent aucun caractère bien distinct.

3817. Or j'ai observé que les corps gras ne s'opposent nullement à la cristallisation des sels, quoiqu'ils en altèrent et les formes et quelquefois la limpidité ; ainsi voulant reconnaître la présence du fer dans une substance grasse qui s'était organisée à l'air sur la surface d'une eau chargée de sulfure de fer, je la déposai dans le prussiate ferruré de potasse aiguisé d'acide hydrochlorique; quelques jours après il se précipita d'assez jolies cristallisations parsemées de points bleus, qui fondaient à une très-haute température, et, par le refroidissement, imitaient un savon marbré de rouge; la potasse les décolorait et isolait la substance grasse sous forme de flocons blancs. Les acides concentrés (phosphorique, hydrochlorique, sulfurique) ne les altéraient pas, au moins d'une manière sensible. C'étaient des prismes à six pans à pyramide très-allongée, et dont la plupart atteignaient jusqu'à un millimètre de long (726).

3818. Or ces acides, que nous avons déjà considérés (3787) comme un mélange de la substance grasse plus ou moins altérée, ou plus ou moins organisée, avec un acide déjà connu dans les catalogues sous un autre nom, ces acides, dis-je, pourraient bien être encore un mélange acide de la substance grasse, avec des sels, dont, sans s'exposer à aucune méprise grossière, on peut admettre la présence dans les huiles et dans les graisses.

## § XII. *Composition élémentaire de ces mélanges acides.*

3819.

| | Carbone. | Hydrog. | Oxyg. | |
|---|---|---|---|---|
| Acide stéarique. | 80,145 | 12,478 | 7,377 | Chevreul. |
| — margarique. | 79,053 | 12,010 | 8,937 | Id. |
| — oléique. | 80,942 | 11,359 | 7,699 | Id. |
| — phocénique. | 66,890 | 7,580 | 26,030 | Id. |
| — butyrique | 62,417 | 6,998 | 30,585 | Id. |
| — caproïque | 68,692 | 8,869 | 22,439 | Id. |
| — caprique | 74,121 | 9,737 | 16,142 | Id. |
| — margaritiq | 70,500 | 10,910 | 18,590 | Bussy et Lec. |
| — ricinique. | 73,560 | 9,860 | 16,580 | Id. |

En comparant ce tableau avec celui des corps gras (3723) et de leurs produits neutres (3780), on voit que les nombres en sont presque équivalents, et que si, par la saponification, quelques-uns d'entre eux sont devenus plus fusibles et plus solubles dans l'alcool (3725), c'est en s'enrichissant d'une nouvelle quantité d'oxygène.

## § XIII. *Examen des formules atomistiques* (799) *des corps gras.*

3820. Les nombres obtenus par l'analyse élémentaire ne pouvaient manquer de fournir au jeu de chiffres, dont nous avons tant de fois eu l'occasion de reconnaître les coups inattendus, un nouveau sujet de combinaisons de lettres. Comme rien ne change plus dans une page d'impression, et que les résultats s'obtiennent en tenant l'œil fixé sur la page, on se livre sans crainte à ce travail mécanique, et l'on fonde une espèce de confiance sur une précision, que nul n'est à portée de contredire par l'expérience directe.

3821. C'est ainsi que, d'après nos auteurs universitaires, la stéarine (3780) aurait pour formule atomistique : $C^{146}$ $H^{140}$ $O^7$ ; que l'acide stéarique serait représenté anhydre par la formule $C^{140}$ $H^{134}$ $O^5$, la glycérine anhydre par $C^6$ $H^6$ $O^2$ ; ce qui permet de considérer la stéarine comme une combinaison d'un atome d'acide stéarique et d'un atome de glycérine, tous deux à l'état anhydre. Cependant les chimistes admettent tous que leur acide stéarique et leur glycérine sont le produit d'une transformation de la graisse sous l'influence des bases. Comment concilier cette idée avec la première? à peu près comme l'on concilie être et n'être pas. Quoi qu'il en soit, si la stéarine est une combinaison d'acide stéarique et de glycérine, pourquoi ne peut-on pas refaire de la stéarine en associant de toutes pièces l'acide stéarique à la glycérine? Mais enfin la stéarine de mouton (3780) présente les mêmes nombres que le suif de mouton (3723). Faut-il aussi admettre que le suif peut être représenté par un atome d'acide stéarique et un atome de glycérine? Mais l'acide stéarique n'est supposé anhydre par Chevreul que dans ses combinaisons salines ; comment se fait-il qu'il soit anhydre dans la stéarine? Au reste, l'état anhydre de l'acide stéarique n'est établi que sur une hypothèse purement arbitraire; pourquoi se permettre de fonder un calcul sur une hypothèse?

3822. L'acide margarique est représenté, d'après la même hypothèse, à l'état anhydre par la formule $= C^{70}$ $H^{65}$ $O^3$, et à l'état hydraté par la formule $= C^{70}$ $H^{65}$ $O^3 + H^2$ O. « Mais, ajoute Berzélius, en admettant une légère erreur dans les données de l'analyse (supposition qui peut être justifiée par l'extrême difficulté que présente la séparation complète de l'acide oléique), et substituant $H^{67}$ à $H^{65}$, l'on arrive à une conséquence remarquable sur la composition des acides stéarique et margarique. Ils pourront être en effet considérés comme ayant pour radical commun $C^{70}$ $H^{67}$, et seront représentés, savoir : l'acide stéarique par $2$ $C^{70}$ $H^{67} + 5$ O, et l'acide margarique par $C^{70}$ $H^{67} + 3$ O. Cette relation est la même que celle qui existe entre l'acide hyposulfurique et l'acide sulfurique. » Voyez comme c'est curieux et inattendu! Otez 2 à un chiffre, et d'un trait de plume vous avez une autre valeur nécessairement ; et puis, comme dans l'un on trouve 5 O et l'autre 5 O, aussitôt un rapprochement entre l'acide sulfurique et l'acide hyposulfurique. Mais l'acide oléique est représenté par la formule $2$ $C^{70}$ $H^{65} + 5$ O. Est-ce que, par la même occasion, on ne pourrait pas supposer une petite erreur qui permette d'obtenir $H^{67}$? Cela coûte si peu avec des nombres qui ne se trouvent jamais deux fois de suite les mêmes à l'analyse de la même substance ; dans ce cas, l'acide oléique serait isomérique avec l'acide stéarique.

3823. Nous avons déjà mentionné la bizarre combinaison de lettres majuscules, sur laquelle est fondé le mot d'*éthal* (3771). Chevreul ayant trouvé que la formule atomistique de cette substance pouvait être représentée par $C^{32}$ $H^{34}$ O, a divisé par 4 chacun de ces exposants, et a obtenu $C^{32}$ $H^{34}$ O $= 4$ $C^8$ $H^8 + H^2$ O. Or, comme l'éther peut être représenté, d'après la théorie atomistique, par $C^8$ $H^8 + H^2$ O, et l'alcool par $C^8$ $H^8 +$ $2$ $H^2$ O, il s'ensuit qu'il existe un rapport simple entre les proportions des principes constituants

de ces trois substances ; d'où l'auteur a été porté à désigner cette substance par la réunion des initiales d'éth(er) et d'al(cool). Est-ce joli ? Mais si on avait voulu diviser les exposants de ces lettres par 3, on aurait eu la formule suivante $C^{32} H^{34} O = 3 C^9 H^9 + C^5 H^5 + H^2 O$; en divisant par 5, on aurait obtenu la formule suivante : $5 C^6 H^6 + C^2 H^2 + H^2 O$; par $8 = 8 C^4 H^4 + H^2 O$; par $7 = 7 C^4 H^4 + C_4 H^4 + H^2 O$. Tous résultats aussi jolis, aussi bizarres que le premier, où les lettres se rencontrent et s'accrochent, se quittent et se reprennent exactement comme les atomes d'Épicure. Or, puisque tout cela dépend d'une division par un nombre, pourquoi adopter pour diviseur celui-là plutôt que l'un de ceux-ci ? Une valeur est susceptible d'être divisée de mille manières différentes, et vous n'en invoquez qu'une seule ; et il vous plaît de n'en baser le nom que sur une seule. C'est alors du bon plaisir en chimie organique.

3824. Nous le déclarons d'avance, et nous le démontrerons à la fin de ce volume, il n'est pas une de ces formules atomistiques qui mérite la moindre attention, et qui représente le moindre des phénomènes, d'une manière invariable et précise. Nous n'en pousserons pas plus loin la discussion ; on ne discute pas sur des combinaisons de lettres et sur des coups de dé. Nous nous arrêterons à ce que l'analyse élémentaire offre de positif, aux nombres désignant le poids des substances gazeuses éliminées par le feu. La synthèse de l'ancienne méthode considérait toutes ces quantités, comme provenant d'une substance simple. Mais si la substance analysée s'était trouvée un mélange de deux ou plusieurs substances organiques, l'analyse ne l'aurait pas indiqué, et elle ne l'a pas même soupçonné. Nous avons démontré ci-dessus que ces sortes de mélanges doivent se reproduire de toutes pièces, soit dans la nature, soit dans le laboratoire. Cherchons, par une simple addition, à donner un exemple des nombres que nous fournirait, à l'analyse, un mélange graisseux, dont il nous est permis de soupçonner l'existence.

3825. Soumettons, à l'analyse élémentaire, un mélange de 100 parties d'huile de poisson et de 100 parties d'acide acétique ; nous obtiendrons nécessairement la somme des nombres suivants, dont nous retranchons les fractions par les raisons ci-dessus exposées (257) :

| | | Carb. | Hydrog. | Oxyg. |
|---|---|---|---|---|
| Huile de poisson | = | 80 | 14 | 6 |
| Acide acétique | = | 51 | 5 | 44 |
| | | — | — | — |
| Mélange des deux | | 131 | 19 | 50 |
| réduit à 100 | = | $\frac{131}{2}=65,5$ | $\frac{19}{2}=9,5$ | $\frac{50}{2}=25$ |

nombres, comme on le voit, qui se rapprochent de l'analyse de l'acide phocénique (3819), autant que se rapprochent ordinairement entre elles deux analyses de la même substance, faites par deux auteurs différents.

| | Carb. | Hydrog. | Oxyg. |
|---|---|---|---|
| Acide phocénique. . | 66 | 7 | 26 |
| Mélange . . . . . . | 65 | 9 | 25 |

Et certainement le mélange qui donne lieu à l'acide phocénique a passé par trop de manipulations, pour qu'il soit aussi simple que nous venons de le supposer. Cet exemple suffira pour faire mieux comprendre la justesse de la théorie des mélanges ; et chacun pourra facilement, à l'aide des calculs, multiplier ces sortes d'exemples, de mille façons différentes. Ceux qui désireront procéder d'une manière moins idéale, n'auront qu'à imprégner les diverses graisses d'un acide organique ou autre, et à les faire passer ensuite par les diverses dissolutions et précipitations, au moyen desquelles on extrait leurs acides, et ils pourront, en variant les proportions, refaire, de toutes pièces, avec la même graisse, presque tous les acides graisseux, dont nous venons de présenter les analyses sur le même tableau.

## § XIV. *Diverses espèces d'huiles et de graisses.*

3826. Il est constaté que les huiles et les graisses à l'état fluide sont susceptibles de dissoudre des gaz, des sels (*), des substances organiques de diverses espèces. Or, lorsqu'on extrait les huiles des semences végétales ou des organes animaux, il est impossible qu'on n'exprime pas en même temps les sels et autres substances qui se trouvent dans les mêmes régions que l'huile, qu'on ne les mette pas forcément en contact avec celle-ci, et que par conséquent on n'en facilite pas le mélange ; tout porte même à croire que ces sortes de mélanges ont lieu naturellement dans les organes de la plante, sous l'influence des lois de la végétation.

(*) On aurait tort de penser que ces sels se retrouveront tous par l'incinération, et que ces substances ne peuvent pas contenir des sels ammoniacaux (3121), parce que leur analyse élémentaire n'offre pas de traces d'azote. L'analyse élémentaire laisse échapper bien d'autres choses.

3827. Mais, une fois ces considérations admises, ne doit-on pas admettre la conséquence qui en découle, savoir que les différences spécifiques des huiles doivent être attribuées à la nature des substances étrangères qu'elles tiennent en dissolution? Sans cette hypothèse, les propriétés caractéristiques des huiles sont inexplicables. Comment concevoir en effet que des substances, dont l'analyse élémentaire offre si peu de différences, et peuvent toutes être considérées comme une combinaison de plus ou moins d'hydrogène carboné et d'eau, exercent sur l'économie animale des effets si divers, que les unes sont alimentaires, et les autres des poisons ou des drastiques plus ou moins violents?

3828. Quelques auteurs ont soupçonné l'existence de mélanges semblables dans certaines huiles du commerce. Ainsi Soubeiran a tenté de prouver que les qualités purgatives de l'huile de ricin proviennent d'une résine âcre, qu'il a extraite en saponifiant par la potasse, précipitant par le chlorure de chaux ou la chaux, et traitant le précipité par l'alcool bouillant qui l'abandonne en refroidissant; on évapore; on traite le résidu par l'éther qui dissout la résine, sans toucher au savon; mais on lui a objecté qu'il n'avait point constaté, par l'expérience, les vertus laxatives de la substance extraite par l'éther. On avait attribué encore, en France, les propriétés de l'huile de ricin à une substance âcre contenue dans les semences; mais Guibourt a combattu cette opinion, en disant que cette substance est si volatile qu'elle s'échappe à la température nécessaire, pour extraire l'huile soit par expression soit par ébullition dans l'eau. Cette raison doit paraître de bien peu de valeur, si nous voulons nous rappeler que l'acide acétique cesse, à une certaine époque, de se volatiliser par la chaleur, lorsqu'il est uni à la portion la moins phosphatée de l'albumine. Il est donc possible qu'une portion de cette substance âcre cesse de se volatiliser, à cause d'une association plus intime avec l'huile.

3829. L'analogie doit donc porter nécessairement à admettre que toutes les huiles sont identiques, que leurs différences dans la couleur, l'odeur, les propriétés médicales et autres ne proviennent que des substances étrangères qui leur sont associées; que leurs caractères distinctifs réels et inhérents à leur composition élémentaire, consistent dans le plus ou moins de fluidité et de solubilité dans l'alcool, à cause de la plus ou moins grande proportion d'oxygène qu'elles renferment (3725).

3830. La chimie doit aujourd'hui travailler non pas seulement à constater les autres différences, mais à en reconnaître la cause, et à en reproduire artificiellement les effets. Le principal résultat de cette étude philosophique sera de faire disparaître, du catalogue de la science, cette longue liste d'espèces et de variétés, que le plus mince travail enrichit encore chaque jour d'un nouveau nom.

3831. Les bornes de cet ouvrage ne me permettent pas de me livrer à un examen critique de toutes ces créations; il me suffira de présenter, dans le tableau comparatif qui suit, les caractères les plus saillants des espèces d'huiles et de graisses les plus répandues dans le commerce.

# HUILES VÉGÉTALES.

| HUILE de | EXTRAITE des semences du | S'ÉPAISSIT à | SE SOLIDIFIE à | PESANTEUR spécifique à +15°c. | COULEUR. | ODEUR. | SAVEUR. | UNE PARTIE d'alcol en dissout, à froid | à ch. | QUANTITÉ de stéarine. | PROPRIÉTÉS. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | 1° HUILES SICCATIVES. | | | | | | |
| Lin (*). | *Linum usitatissimum.* | +20° | —27°,5 | 0,9395 | jaune clair. | particulière. | particulière. | 0,025 | 0,2 | assez grande | |
| Noix. | *Juglans regia.* | —15° | —27°,5 | 0,9285 | verdâtre. | nulle. | agréable. | .... | .... | ......... | plus siccative que celle de lin. |
| Chènevis. | *Cannabis sativa.* | —1 | —27°,5 | 0,9276 | jaune verdâtre. | désagréable. | fade. | 0,033 | 1 | ......... | sert à l'éclair.(**), les vernis, le savon vert. |
| OEillet. | *Papaver somniferum.* | —2 | —18° | 0,9243 | verdâtre. | nulle. | d'huile d'olive. | 0,04 | 0,66 | ......... | alimentaire. |
| Ricin. | *Ricinus communis.* | ..... | —18° | 0,9699 | jaune ou incol. | *Id.* | fade. | 1 | 1 | ......... | purgative (1056.) |
| Croton. | *Croton tiglium.* | ..... | ..... | .... | jaune de miel. | de jalap. | âcre. | 0,66 | .... | ......... | purgative. |
| Belladone. | *Atropa belladona.* | 16° | —27°,5 | 0,9250 | jaune doré. | nulle. | fade. | .... | .... | ......... | sert à l'éclair. et aux assaisonnem. (***). |
| Tabac. | *Nicotiana tabacum.* | —14° | ..... | 0,9252 | jaune verdâtre. | *Id.* | *Id.* | | | | |
| Soleil. | *Helianthus annuus.* | ..... | —16° | 0,9262 | jaune clair. | agréable. | *Id.* | .... | .... | ......... | peut servir à l'éclairage et aux aliments. |
| Sapin. | *Pinus abies.* | —15° | —27°,5 | 0,9285 | jaune doré. | térébenthine. | résineuse. | | | | |
| Pin. | *Pinus sylvestris.* | —27° | —30° | 0,9312 | jaune brunâtre | *Id.* | *Id.* | | | | |
| Raisin. | *Vitis vinifera.* | ..... | —16° | 0,9202 | jaune clair. | nulle. | fade. | .... | .... | ......... | sert à l'éclairage et aux aliments. |
| | | | | | 2° HUILES NON SICCATIVES. | | | | | | |
| Amande. | *Amygdalus communis.* | ..... | —10° | 0,9180 | jaune clair. | nulle. | agréable. | .... | .... | 0,24 | sert aux émulsions. |
| Olive. | *Olea europæa.* | +4° | —6° | 0,9192 | jaune verdâtre. | *Id.* | *Id.* | .... | .... | 0,28 | alimentaire. |
| Navette. | *Brassica napus.* | ..... | —3°,75 | 0,9128 | jaune. | particulière. | *Id.* | .... | .... | 0,46 | |
| Colza. | *Brassica campestris.* | ..... | —6°,25 | 0,9136 | *Id.* | *Id.* | plus agréable. | .... | .... | ......... | sert à l'éclairage sans purification. |
| Moutarde n. | *Sinapis nigra.* | ..... | ...... | 0,9170 | *Id.* | nulle. | fade. | .... | .... | ......... | aux mêmes usa- |

| NOMS. | EXTRAITE des semences de | SE LIQUÉFIE à | PESANTEUR spécifique. | COULEUR. | ODEUR. | SAVEUR. | L'ALCOOL anhydre en dissout. | QUANTITÉ de stéarine. | PROPRIÉTÉS. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Huile ou beurre de cacao (*****). | *Theobroma cacao.* | + 50° | 0,91 | blanc jaunâtre. | de chocolat. | de chocolat. | ........ | ........ | sert à fabriquer le chocolat. |
| Huile de palmier (******). | *Cocos butyracea.* | + 377°,5 | ........ | jaune orangé. | de violette. | ........ | » | 0,31 | |
| Suif de Piney (*******). | *Valeria indica.* | + 35° | 0,926 | blanc. | agréable. | ........ | ........ | 0,98 | |
| Beurre de noix muscade (********). | *Myristica officinal.* | Composée, d'après Schreder, de 43,07 d'huile semblable au suif, de 51,08 d'huile jaune butyreuse, et de 4,85 d'huile volatile. | | | | | | | |
| Huile de laurier. | *Laurus nobilis.* | Fond à + 30°. Composée d'une huile volatile et verte, soluble dans l'alcool, et d'un suif incolore. | | | | | | | |
| Suif du *ya-rièou* [arbre à suif.) | *Croton sebiferum.* | Ayant toutes les propriétés du suif des animaux ; sert en Chine à faire des chandelles. Les fabricants, pour lui donner de la consistance, le mêlent à une quantité suffisante de cire et à 0,3 d'huile. | | | | | | | |

(*) Unverdorben a trouvé, dans le sédiment que dépose l'huile de lin en se desséchant, une substance grasse, molle, qui est de la stéarine soluble dans 100 parties d'alcool, 50 d'éther froid, 40 d'alcool anhydre, et 20 d'éther bouillant; plus une poudre brunâtre qui se compose de 1/4 de gomme (3828) et 3/4 d'une substance un peu résineuse qui refuse de se dissoudre dans tous les menstrues.

(**) Elle se dépose comme un vernis sur les parois de la lampe. On pare à cet inconvénient en mêlant l'huile à 1/8 de beurre.

(***) Les vapeurs qu'elle exhale, pendant qu'on l'extrait, étourdissent les ouvriers. Le principe narcotique de la plante est retenu par les tourteaux, qu'on ne peut, par conséquent, donner aux bestiaux.

(****) L'alcool enlève, à la graine de moutarde, une graisse particulière qui se dépose en lames nacrées, fondant à 120°, et ne formant pas de savon avec les alcalis caustiques. L'acide nitrique la transforme en une matière jaune et résineuse que la potasse rend rouge cinabre.

(*****) On en a conservé dix-sept ans sans qu'elle soit devenue rance.

(******) Peu soluble dans l'alcool anhydre, qu'elle colore en jaune; sa dissolution dans l'éther est orange.

(*******) On le coupe difficilement avec le fil métallique dont on se sert pour couper le beurre.

(********) On trouve dans le *macis* de la noix muscade, deux huiles grasses, l'une rouge soluble dans l'alcool, et l'autre jaune soluble dans l'éther.

# HUILES ET GRAISSES ANIMALES.

| NOMS. | EXTRAITE du tissu adipeux des | SE FIGE (*) après avoir été fondue, à | COULEUR. | ODEUR et SAVEUR. | 100 parties d'alcool bouillant en dissolvent | A | DENSITÉ. | 100 PARTIES RENFERM. approximativement: en stéarine. | en oléine. | PROPRIÉTÉS. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Axonge ou saindoux. | Homme. | + 17°,0 ou 25° | jaunâtre. | humaine. | 2,50 | 0,821 | variable. | propor. var. | | sert aux fritur. et aux onguents ou pommad. |
| | Jaguar. | + 29°,5 | jaune orangé. | désagréable. | 2,34 | 0,821 | » | | » | |
| | Porc. | + 20°,5 | blanc de neige. | fade. | » | » | 0,938 à 15° | 58 | 62 | |
| Suif. | Mouton. | + 37°,0 ou 40° | blanc pur. | » | 2,20 | 0,821 | » | » | » | à faire des chandelles, du savon. |
| | Bœuf. | + 37°,0 | blanche. | fade. | 2,50 | 0,821 | » | 75 | 25 | |
| | Bouc. | + 37°,0 | blanche. | désagréable. | » | » | » | » | » | |
| Graisse d'oiseaux. | Oie. | + 27°,0 | incolore. | agréable. | » | » | » | 32 | 68 | comestible. |
| | Canard. | + 25°,0 | *Id.* | *Id.* | » | » | » | 28 | 72 | |
| | Dindon. | + 25°,0 | *Id.* | *Id.* | » | » | » | 26 | 74 | |
| Beurre. | Du lait des bêtes bovines. | + 26° | jaune ou blanche. | agréable. | 3,46 | 0,822 | variable. | 40 à 85 | 60 à 15 | comestible. |
| Huile de pieds de bœuf. | Pieds de bœufs bouillis. | + 8° | jaunâtre. | nulle. | » | » | » | » | » | alimentaire et sert au graissage des roues. |
| Huile de poisson. | Poissons et cétassés. | 0° | blanche ou brun rougeâtre. | désagréable. | » | » | 0,927 à 20° | 19 (**) | 76,5 | à l'éclairage et à la fabrication du savon vert. |
| Huile de dauphin. | *Delphinus globiceps.* | moitié à — 3° moitié à — 4° | jaune citrin. | de marée. | 110 à 70° | 0,812 | 0,918 à 20° | | | |
| Huile de marsouin. | *Delphinus phocæna.* | . . . . . . . . . | jaune pâle. | *Id.* | 20,0 | 0,821 | 0,937 à 16° | | | |
| Blanc de baleine. | *Physeter macrocephalus.* | + 42° | blanche et cassante. | nulle. | 7,0 | 0,821 | 0,943 à 15° | » | » | à prépar. certains emplât. à faire de la boug. |

*N. B.* On ne doit voir dans tous ces nombres, empruntés à divers auteurs, que de simples approximations, variables à chaque expérience, et qui n'ont d'autre mérite que de fixer l'esprit sur des signes positifs.

(*) On a remarqué qu'à l'instant où les graisses se figent, le thermomètre, après être descendu, remonte tout à coup de quelques degrés. Ce phénomène appartient à l'instrument, et n'est pas le fait de la graisse elle-même. En effet, le verre du thermomètre s'est dilaté en même temps que le liquide qu'il renferme. En refroidissant, les parois dilatées se contractent, et le liquide refoulé monte de quelques degrés. Ajoutez à cela l'effet de la graisse qui, en se figeant, fait effort autour des parois du tube. Le même phénomène thermométrique aurait lieu dans l'eau qui gèle.

(**) Et 4, 5 d'une matière extractiforme que précipite le sous-acétate de plomb et la noix de galle, et qui est peut-être du sucre.

## § XV. *Applications industrielles.*

3832. Extraction des corps gras. — On extrait les huiles végétales par expression, à la température ordinaire, et quelques-unes moins fluides, à une température plus élevée; les graisses végétales par ébullition dans l'eau, et les graisses animales par la fusion et la filtration du tissu adipeux (1490).

3833. La meilleure qualité d'huile d'olive se trouvant dans la drupe verte du péricarpe de ce fruit, il s'ensuit que la première pression donne l'*huile vierge;* que la seconde époque de la pression, celle qui écrase le noyau, donne une huile d'une qualité inférieure, et que la plus mauvaise huile enfin s'obtient en faisant bouillir le marc dans l'eau, procédé au moyen duquel toute l'huile qui n'a pu couler vient se réunir à la surface. On doit penser qu'entre ces trois intermédiaires il doit exister des nuances à l'infini, quoique peu appréciables dans le commerce; mais ces résultats tout mécaniques viennent à l'appui de ce que nous avons déjà dit, au sujet des qualités distinctives des diverses huiles (3828). On ne peut extraire l'huile d'olive que des fruits parvenus à une complète maturité, ce qu'on reconnait à la couleur noire du péricarpe et à sa consistance flasque et plissée; en les abandonnant quelque temps à une fermentation spontanée, on gagne en quantité ce que l'on perd en qualité.

Les olives vertes, qui forment l'un des hors-d'œuvre les plus exquis de nos tables, ne pendent pas de l'arbre avec la saveur qui les fait rechercher; et rien n'est plus comique que de voir le désappointement des habitants du Nord, qui arrivent pour la première fois en été dans les régions méridionales de la France, à l'aspect de cette forêt d'oliviers couverts de leurs olives vertes, dont le souvenir seul affriande l'appétit, et tente la main la moins rapace; dans ce pays la loi n'a pas eu besoin de prévoir le cas de ce délit champêtre; le fruit porte suffisamment sa peine dans son amertume, et dans la perplexité du gourmet mystifié.

Pour dépouiller les olives vertes de leur exécrable amertume, on les fait passer par une lessive de cendres; on s'y prend de la manière suivante: dans un petit baril, on forme une série alternative de couches horizontales d'olives et de cendres de l'âtre, après avoir eu soin de placer verticalement au centre, une tige creuse d'*arundo donax* ou un tube de verre ouvert par les deux bouts; lorsque les couches sont bien tassées, on verse doucement, par le tube vertical, de l'eau ordinaire, qui se répand doucement entre les molécules de la masse entière, sans déranger en rien l'ordre de superposition; l'action de l'alcali se répartit ainsi également sur chaque olive; et au bout de quelques jours on est sûr, en goûtant un seul de ces fruits, que tous les autres sont arrivés au même degré de maturation artificielle; on les lave alors à grande eau, et on les expédie soit dans de l'eau saumurée, soit dans de l'huile.

On sert aussi sur les meilleures tables en hiver, les olives noires, c'est-à-dire les olives arrivées sur l'arbre à leur complète maturité. Celles-ci n'ont besoin de passer par aucune préparation artificielle; on les conserve dans l'huile, pour les préserver de la fermentation intestine; et l'arrière-petit goût d'amertume qu'elles conservent les fait préférer aux olives vertes, par les buveurs et les habitants de la campagne (3662).

3834. Purification des huiles. — Pour prévenir ou séparer le sédiment que déposent les diverses huiles, dont on fait usage en économie domestique ou industrielle, on se sert de divers procédés.

3835. On purifie les huiles qu'on destine à l'éclairage, par 1 à 2 p. sur 100 d'acide sulfurique, qui en précipite une matière colorante verte.

3836. Les horlogers purifient l'huile d'olive, pour graisser les rouages délicats des montres, en y introduisant une lame de plomb dans une bouteille bouchée, qu'ils tiennent exposée au soleil. Peu à peu l'huile se couvre d'une masse caséiforme, qui se dépose ensuite au fond du vase, et abandonne l'huile limpide. La théorie de ce phénomène rentre peut-être dans l'ordre de celui qu'on a désigné par l'arbre de Diane. Les horlogers possèdent d'autres secrets pour diminuer l'épaisseur des huiles, et quelques-uns d'entre eux ont fait fortune, en vendant à leurs confrères l'huile purifiée sous le nom d'*huile antique*. Peut-être la traitent-ils par la chaux et par une douce distillation (3750), ou par de fréquentes dissolutions dans l'alcool ou dans l'éther.

3837. Sophistication des huiles comestibles. — On falsifie l'huile d'olive pour table avec de l'huile d'œillette, et l'huile destinée aux arts, par l'huile de navette. Rousseau a proposé un moyen de reconnaître la sophistication, fondé sur ce que l'huile d'olive conduit l'électricité (675) moins

bien que toute autre huile végétale. Il se sert, à cet effet, d'une pile galvanique dont un des pôles est mis en contact avec la terre et l'autre susceptible d'être mis en communication, à l'aide d'un conducteur métallique, avec une aiguille faiblement aimantée et très-mobile. On reconnaît la pureté ou l'impureté de l'huile d'olive, selon qu'une goutte placée sur le conducteur métallique s'oppose plus ou moins à la déviation de l'aiguille aimantée. Deux gouttes d'huile d'œillette quadruplent la conductibilité de 5 gros d'huile d'olive. On sait que l'eau ne devient conducteur d'électricité qu'au moyen des sels qu'elle tient en dissolution. En serait-il de même des huiles? Leur plus ou moins de conductibilité tiendrait-elle à la nature et à la quantité des sels qu'elles renferment?

3838. ÉCLAIRAGE. — L'huile liquide à la température ordinaire alimente les lampes. Les graisses de mouton, bœuf, etc., (suif 3722) sont moulées dans des cylindres traversés longitudinalement par une mèche en coton, et prennent ainsi le nom de chandelles. On avait beaucoup trop compté sur les applications que l'industrie serait dans le cas de faire des derniers travaux sur les graisses (3753). Les auteurs s'étaient empressés de se munir de brevets d'invention, et de créer des compagnies d'actionnaires. Mais les résultats ont trahi d'aussi belles espérances; les produits altérés des manipulations du laboratoire flattaient le regard, mais ne donnaient point de flamme; l'industrie a plus servi l'art de l'éclairage que la science. Au moyen de certains mélanges, soit d'alun, soit de blanc de baleine, soit par la purification à l'acide sulfurique, on a obtenu des bougies qui brûlent aussi bien que le suif, et sont plus consistantes.

3839. L'huile de colza est celle qui, sans aucune purification préalable, donne le moins de fumée. L'huile de noix est celle qui en donne le plus.

Il n'est pas de substance oléagineuse qui ne puisse servir à l'éclairage, après avoir subi quelques préparations. Le galipot lui-même vient d'être utilisé, dans le Midi, pour la fabrication des chandelles, que l'on peut ainsi livrer à très-bas prix. On le solidifie soit au moyen de l'alun, soit en le dépouillant par la distillation de son huile essentielle fluide. Pour éviter que ces sortes de chandelles ne coulent, on pourrait les laisser exposées assez longtemps à l'air; on éviterait ainsi les frais qu'occasionne le premier procédé.

3840. Nous ne savons pas si on a essayé de fabriquer les bougies avec les huiles siccatives d'inférieure qualité; il nous semble qu'on parviendrait de la sorte, par une exposition suffisamment prolongée à l'air extérieur, à donner aux bougies autant de solidité que de transparence et de diaphanéité. Qui sait même si on ne parviendrait pas, de la sorte, à fabriquer des chandelles avec de l'huile seule, qu'on abandonnerait dans le moule, à l'action de l'oxygène ou de l'air extérieur?

3841. Ne pourrait-on pas prêter une plus grande solidité aux chandelles en mélangeant le suif avec de l'amidon, de la poudre de gomme, ou même du sucre?

3842. Les huiles et les graisses brûlent avec d'autant plus de fumée que la combustion est plus incomplète, et que la substance grasse rencontre moins d'oxygène, en se dégageant. Les lampes à double courant d'air ont obvié à cet inconvénient, que conservent encore les chandelles. Chez les lampes de ce genre, en effet, l'air circulant autour et au dedans de la mèche d'une même épaisseur, la combustion s'opère sur les deux surfaces, et tout ce qui est fuligineux se carbonise et se change en gaz. Il ne faudrait pas songer à fabriquer les mèches des chandelles sur ce modèle, quoique pourtant rien ne soit plus facile que d'obtenir cette application, si elle n'augmentait pas les frais de main-d'œuvre; il suffirait, en effet, de tenir un gros fil de fer au centre de la mèche, de manière à ce que la chandelle figée se trouvât perforée de part en part. Mais il nous semble que, sans recourir à cet expédient, il serait possible d'obtenir des chandelles fumivores, en imprégnant les mèches d'une suffisante quantité de chlorate de potasse, d'oxyde de cuivre, ou plutôt d'oxyde de manganèse, qui, par la chaleur de la combustion, dégageraient assez d'oxygène pour brûler le carbone et l'hydrogène de la fumée, et transformer celle-ci en acide carbonique et en eau.

3843. PEINTURE ET IMPRESSION. — L'huile de noix étant plus siccative que l'huile de lin, s'emploie pour les peintures fines. L'huile de lin est d'un usage plus commun; on s'en sert pour les vernis et les couleurs à l'huile, et pour l'encre d'imprimerie. On obtient le vernis en faisant bouillir, trois à six heures, de l'huile de lin dans un pot verni (*); on y ajoute, par 2 litres d'huile, $\frac{1}{2}$ à une once de litharge en poudre fine, et $\frac{1}{4}$ d'once de sulfate de zinc. On prépare l'encre des imprimeurs, en faisant bouillir l'huile

(*) Sans le vernis de la poterie, l'huile passerait à travers les pores de l'argile.

jusqu'à ce que la vapeur devienne épaisse et fétide; pendant ce temps, on y plonge un chapelet de morceaux de pain desséché (*), afin, dit-on, que l'encre que l'on prépare ne jaunisse pas le papier; après une ébullition suffisante, on retire la chaudière, on la découvre, on l'enflamme, en tenant un copeau allumé dans la vapeur de l'huile; on la laisse brûler pendant huit minutes, en la remuant sans cesse; on éteint la flamme en couvrant le pot, que l'on refroidit rapidement en l'enfonçant dans la terre; on y ajoute ensuite du noir de fumée bien calciné. Ce procédé grossier se ressent de l'enfance de l'art; le résultat de l'opération est évidemment de faire subir à l'huile une altération profonde, que la chimie n'a pas encore cherché à étudier.

3844. L'huile de lin conservée dans une bouteille à moitié pleine, épaissit, se dessèche moins vite, est beaucoup plus soluble dans l'alcool (3725) que l'huile fraîche, et rend alors les vernis moins cassants.

3845. Pour les blancs de plomb et les couleurs claires, on se sert, sans la faire bouillir, de l'huile de lin mêlée avec de la litharge.

3846. L'impression des gravures en taille douce offre l'inconvénient de déteindre et de maculer le papier. Nous pensons qu'on prévlendrait ce défaut, en employant, pour pétrir le noir, immédiatement avant l'impression, l'huile siccative.

3847. Savons.— Nous avons distingué les savons en savons solubles et savons insolubles. On produit ces derniers par double décomposition. C'est là ce qui rend impropres au savonnage les eaux séléniteuses, telles que les eaux de puits creusés dans les terrains dits tertiaires ou dans les terrains secondaires gypseux; car il se produit alors du sulfate de potasse ou de soude et un savon insoluble à base de chaux, qui se précipite en flocons blancs. Pour se servir de ces eaux, on les fait préalablement bouillir, jusqu'à ce que tout le sulfate et le carbonate de chaux qu'elles tenaient en solution, à l'aide de l'acide carbonique, ait été précipité par suite de l'évaporation de ce gaz.

3848. On divise les savons solubles en trois espèces: les savons durs ou savons blancs, les savons mous verts, et les savons mous noirs.

3849. Le *savon dur* se prépare dans le midi de la France, avec de l'huile d'olive de qualité inférieure et de la soude; dans le nord de l'Europe, où l'huile d'olive manquerait, on la remplace par la graisse animale. On saponifie le corps gras par l'ébullition, au moyen d'une lessive de soude rendue caustique par la chaux, mais d'abord faible et ensuite plus concentrée. Le savon vient se réunir à la surface du liquide; on fait tomber le feu, on soutire la partie liquide par un tuyau nommé l'épine, qui se trouve placé au bas de la chaudière de manière à mettre le savon presque à sec. On verse successivement de nouvelles lessives concentrées, on rallume le feu, et on arrête la cuisson, quand la lessive est parvenue à 1,150, ou à 1,200 de pesanteur spécifique; on remet le savon à sec; dans cet état il est bleu foncé tirant sur le noir, à cause de l'oxyde de fer sulfuré qui se mêle au savon, ou plutôt qui sert de base à une partie de l'huile.

3850. Pour convertir ce savon en *savon blanc*, que l'on désigne dans le commerce par savon en table, on le fait délayer dans des lessives faibles; le savon noirâtre n'étant pas soluble dans le savon à cette température, se dépose au fond de la chaudière. On puise alors la pâte du savon qui est devenue absolument blanche, et on la coule dans des *mises* (moules), où elle se prend en masse par le refroidissement.

3851. C'est le savon qu'on emploie de préférence pour les blanchissages les plus fins.

3852. Pour transformer le savon bleu noir, non en savon blanc, mais en *savon marbré*, on ajoute, à la masse bouillante, assez d'eau, pour que le savon ferrugineux se sépare de la pâte blanche et se réunisse en veines plus ou moins grandes; on le coule ensuite dans les mises, en le refroidissant rapidement. C'est un effet tout mécanique, une espèce de refoulement.

3853. Les *savons mous* se préparent avec de la potasse et l'huile de chènevis ou le suif. La préparation de ces savons diffère de celle des savons durs, en ce qu'au lieu de séparer le savon de la lessive, on continue au contraire le feu pour donner au savon la consistance convenable, et on le coule dans des tonneaux, pour être ainsi livré au commerce; quoique la couleur verte ne soit qu'un accessoire, cependant, pour se conformer à la fausse opinion que les consommateurs se sont faite de cette coloration, les fabricants colorent quelquefois leurs *savons mous* avec de l'indigo.

3854. Les savons mous *pour la toilette* se font avec les huiles d'amande douce, de noisette, de palmier, avec le saindoux, le suif, le beurre; mais ils doivent être, autant que possible, dé-

(*) L'effet de ce pain desséché ne serait-il pas d'absorber, à l'instar des corps poreux, et les gaz acides et l'eau qui se forment pendant cette combustion, et qui resteraient, sans ce moyen, mélangés en plus ou moins grande quantité à l'huile ?

gagés d'alcalis ; leur saveur ne doit pas être caustique.

3855. Le *savon noir* au contraire abonde en alcalis, et se fabrique avec des déchets des matières grasses animales. Il sert aux blanchissages les plus grossiers.

3856. Le savon à base de potasse peut être facilement transformé en savon dur ou à base de soude, par la voie de la double décomposition, au moyen du chlorure de sodium. On obtient ainsi d'une part un savon à base de soude, et de l'autre un chlorure de potasse.

3857. Les divers savons présentent à l'analyse les nombres suivants :

| | Matière grasse. | Eau. | Soude. | Potasse. | |
|---|---|---|---|---|---|
| Savon en table | 50,2. | 45,2. | 4,6. | | Thénard. |
| —— marbré | 64,0. | 30,0. | 6,0. | | Id. |
| —— vert | 44,0. | 46,5 | | 9,5 | Id. |
| —— français | 60,94. | 30,50 | 8,56 | | Pelletier. |

| Savon | acide oléique. | acide stéarique (3819). | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| de Marseille. | 59,20. | 9,20. | 21,36. | 10,24. | Braconnot. |

3858. Théorie de la saponification. — Saponine. —Depuis les recherches de Chevreul sur les corps gras, les chimistes ont cru avoir expliqué cette théorie, en disant que la cause de l'un et de l'autre résultat dépendait, d'une part de la base, et d'autre part des quantités relatives de margarate, d'oléate et de stéarate produits (3787) ; car, ajoutent-ils, on remarque que la potasse forme, avec les trois acides stéarique, oléique et margarique, des composés qui prennent l'aspect du mucilage ou d'une gelée épaisse. Cela revient à peu près à dire que ce phénomène dépend et de la nature de la cause, et de la nature de son effet. Si la potasse, par la déliquescence qu'elle communique à la plupart de ses composés, produit des composés mous même avec ceux de ces trois acides qui sont les moins solubles, la nature de ces savons dépend donc uniquement de la potasse dont les sels sont déliquescents, ou de la soude dont les sels sont efflorescents. Si la nature de ces prétendus acides influait sur la mollesse ou la dureté des savons, il s'ensuivrait que les graisses fourniraient, même avec la potasse, des savons plus durs que les huiles (3722).

3859. La théorie à mes yeux la plus naturelle, c'est que, dans cette opération, il se forme des sels alcalins à base de potasse ou de soude (acétates, etc.), avec lesquels la substance grasse se combine, pour s'organiser en rudiments de tissus, à peu près comme nous avons dit que les gommes s'organisent en se combinant avec des sels terreux. Or ces rudiments de tissus participent de la nature de leurs bases (*voyez la deuxième classe*).

3860. On connaît depuis longtemps une racine dont le suc mousse dans l'eau, comme le savon, et est employée, dans les pays où elle croît, au savonnage du linge ; c'est la racine de la saponaire d'Égypte, la *Saponaria officinalis*, le *Gymnocladus canadensis*, le *Polypodium vulgare*, le *Gypsophila struthii*, les *Sapindus saponaria*, *laurifolius* et *rigidus*, l'*Arnica montana* ; enfin, les marrons d'Inde ont présenté aux chimistes des qualités analogues. Bucholz s'était déjà occupé de se faire une idée de la substance à laquelle ces plantes sont redevables de cette propriété; il l'appela *saponine*. Bussy et Braconnot ont repris ce sujet ensuite. Pour obtenir la saponine, il suffit de réduire la racine en poudre, de la faire bouillir dans l'alcool pendant quelques minutes, de filtrer ; la saponine se précipite par le refroidissement sous forme de flocons blancs ; on l'exprime et on la sèche, et dans cet état elle est considérée comme substance pure. Elle est blanche, incristallisable, âcre, piquante et friable. Soumise à la distillation, elle se boursoufle, noircit et donne beaucoup d'huile empyreumatique acide. Chauffée, avec le contact de l'air, elle brûle avec flamme, tout en se boursouflant comme en vase clos. Elle est soluble en toutes proportions dans l'eau, et un millième suffit pour rendre l'eau mousseuse par l'agitation. L'alcool la dissout d'autant mieux qu'il est plus faible. L'éther est sans action sur elle. Le sous-acétate de plomb la précipite ; mais ni l'eau de chaux, ni l'acétate de plomb. L'eau de baryte y occasionne un précipité blanc, lorsque la dissolution est assez concentrée. L'acide hydrochlorique la dissout d'abord et y occasionne ensuite un précipité acide, que les auteurs regardent comme de l'acide esculique. L'acide nitrique y produit le même effet, mais bientôt la réaction devenant assez vive, il se rassemble, à la surface de la liqueur, une matière jaunâtre résineuse composée d'acide mucique (3105) et d'acide oxalique. Bussy ayant soumis la saponine à l'analyse élémentaire, l'a trouvée composée de : 51,0 de carbone, 7,4 d'hydrogène, 41,6 d'oxygène ; nombres que la théorie atomistique (801) a traduits par la formule $C^{51} H^{46} O^{16}$. De toutes ces expériences, les auteurs de chimie concluent que la saponine n'est pas un savon, mais une substance particulière et immédiate ; et Bussy la rapproche des gommes, en se

fondant sur ce qu'elle se dissout dans l'eau, et qu'elle donne de l'acide mucique par l'acide nitrique.

3861. Or le caractère de l'acide mucique ne provient que de la chaux que renferme la saponine (3105); la solubilité dans l'alcool détruit l'analogie de la solubilité de cette substance dans l'eau ; son analyse élémentaire présente un grand excès d'hydrogène ; rien n'est donc plus éloigné des caractères des gommes que la saponine. Cependant, il faut le dire, l'analyse élémentaire n'est présentée par Bussy que comme approximative, et il pourrait se faire que le carbone et l'hydrogène y entrent en plus grande proportion.

3862. Après avoir démontré en deux mots ce que n'est pas la saponine, essayons de soupçonner au moins ce qu'elle pourrait être. Les auteurs qui refusent d'y voir un savon quelconque, se fondent sur ce que les cendres ne donnent pas une assez grande proportion de bases alcalines, et sur ce que la combustion n'en dégage pas de l'ammoniaque. Or, pour ériger en savon une substance grasse, et en savonule une substance résineuse, il n'est pas besoin d'une si grande quantité de potasse ou de soude. La chaux pourrait aussi donner un savon un peu soluble, mêlée avec la potasse en certaines proportions. Mais quant à l'ammoniaque, il en faut une quantité bien moins grande pour faire mousser dans l'eau une substance oléagineuse, et une petite quantité est capable d'échapper encore plus aux papiers réactifs exposés à la fumée, qu'aux chiffres de l'analyse élémentaire (843), laquelle n'en fait pas même mention, quand elle s'occupe de la gomme arabique, qui pourtant en renferme des quantités considérables. Mais les alcalis ne sont pas les seules substances capables de métamorphoser en savon les huiles fixes ou volatiles ; les acides, en se mêlant à elles, sont aussi dans le cas de faire mousser l'eau. Or le suc de tous les végétaux ci-dessus nommés renferme une huile essentielle, de l'albumine végétale. Supposons dans ce mélange l'existence d'un acide; dès ce moment, l'huile et l'albumine réunies, par le même menstrue, deviendront solubles également dans l'eau et dans l'alcool, et une petite quantité suffira pour faire mousser l'eau. Supposons-y des sels à base de potasse et de chaux, et dès ce moment l'acide nitrique pourra en faire naître un acide esculique, et puis définitivement un acide mucique (3105). Supposons un mélange d'huile essentielle et de carbonate, ou d'acide carbonique, en quantité égale à l'huile, 100 de l'une et 100 de l'autre, l'analyse élémentaire nous donnera nécessairement en nombres ronds (257) :

| | Carb. | Hydr. | Oxyg. |
|---|---|---|---|
| Huile. . . . . . . . . | 75 | 14 | 11 |
| Acide. . . . . . . . . | 28 | » | 72 |
| | 103 | 14 | 83 |
| Mélange des deux. . | $\frac{103}{2}=51,5$ | $\frac{14}{2}=7$ | $\frac{83}{2}=41,5$ |

nombres que Bussy a déduits de l'analyse élémentaire de la saponine.

3863. Suint de la laine. — Cette substance grasse qui sert d'enduit aux brins de laine brute, et qui en forme les 35 à 45 centièmes en poids, est un composé de savon à base de potasse, joint à du carbonate, de l'acétate et un peu d'hydrochlorate de potasse, à un sel à base de chaux et à une substance odorante. Ajoutez-y, ce que la chimie en grand ne pourrait constater, les débris des emboîtements externes du poil (1866). Dans le lavage de la laine, c'est-à-dire dans le dessuintage, ce savon se dissout et entraîne tous les autres sels avec lui. Il s'ensuit de là que les eaux de lavage sont excellentes pour un lavage subséquent, et que leur bonne qualité augmente à chaque nouvelle opération. On a calculé que le suint, provenant du lavage de toutes les laines récoltées en France, est capable de servir d'engrais à 150,000 hectares de terre.

3864. On conçoit facilement pourquoi toute opération de teinture sur laine doit être précédée par le dessuintage; sans cela le moindre lavage d'une étoffe en enlèverait la couleur.

3865. Cryptogamie et combustion des graisses. — La graisse fondue par la chaleur est attirée vers le bout de la mèche, par un simple phénomène de capillarité. Là, elle bout et se décompose en huile volatile, en gaz inflammables, qui, arrivés à une certaine hauteur, se brûlent et produisent la flamme; aussi dans le cône lumineux remarque-t-on trois emboîtements principaux et distincts les uns des autres : le plus interne, formé moitié par le bout de la mèche et moitié par le produit de l'évaporation, qui est noir ou plutôt bleu noirâtre; le plus externe qui est le plus considérable et qui est d'un blanc éblouissant, et l'intermédiaire qui tient du bleu et du rougeâtre et qui a le moins d'épaisseur. Mais si l'on n'a pas soin de couper de temps en temps la mèche, la partie brûlée devient de plus en plus longue, et l'on ne tarde pas à se voir former une,

deux et même trois fongosités noires qui se développent avec une régularité de forme constante dans tous les cas. Les dissections de ces fongosités à la loupe m'ont présenté les analogies les plus frappantes avec la structure des fongosités parasites de la cryptogamie, avec les bolets subéreux et sessiles : même insertion par une de leurs faces latérales, sur un des fils de la mèche; même convexité sur leur surface supérieure, même dépression sur leur surface inférieure, même bourrelet sur les bords demi-circulaires, même direction dans leurs fibres internes, même consistance et même cassure. Certainement il y a là plus qu'un jeu de la nature, plus qu'une simple analogie de formes; il y a une analogie de lois, une analogie de végétation.

---

## DEUXIÈME GENRE.

## CIRE.

3866. La cire est une substance grasse, blanche à l'état de pureté, diaphane à une certaine épaisseur et sur les bords d'un cylindre, sans saveur, mais ayant souvent une légère odeur qui lui est étrangère, d'une pesanteur spécifique de 0,960 à 966, entrant en fusion à 68°, devenant molle et flexible à 30° et cassante à 0°; elle est insoluble dans l'alcool et dans l'éther froid, soluble en partie dans l'alcool chaud et dans 10 parties d'alcool bouillant; assez soluble dans les essences et les huiles grasses; saponifiable, mais en un savon très-dur et fort peu soluble dans l'eau; les acides en séparent la cire presque aussi pure qu'avant la saponification. L'ammoniaque liquide la dissout d'abord et la dépose, en s'étendant d'eau (64). L'acide nitrique convertit la cire en acide oxalique, mais difficilement. L'acide sulfurique concentré la dissout par la chaleur, et par le refroidissement la cire se solidifie.

### § I. *Cérine*, *myricine* (John); *céraïne* (F. Boudet et Boissenot).

3867. De même que les graisses et les huiles, la cire s'est trouvée composée de deux substances qui ne diffèrent entre elles que par le degré de leur fusibilité et de leur solubilité dans l'alcool.

3868. On sépare la cérine de la myricine par les mêmes procédés que la stéarine de l'oléine des graisses (3754). La myricine représente la stéarine, la cérine représente l'oléine.

3869. La cérine se comporte à peu près comme la cire; sa pesanteur spécifique est de 0,969; d'après John, elle fond à 42°,5; d'après Boudet et Boissenot, à 63°, résultat qui n'est certainement pas très-voisin de l'autre. Elle se dissout dans 16 parties d'alcool bouillant, dans 24 parties d'éther froid, dans une moins grande partie d'éther chaud; elle se précipite en partie de sa solution chaude. A la distillation sèche, elle donne de l'acide margarique, de l'huile empyreumatique, mais non de l'acide sébacique (benzoïque, 3813). Par la saponification, on obtient un margarate de potasse et une substance semblable à la cire, que Boudet et Boissenot ont nommée *céraïne*. Celle-ci ne fond jamais qu'au-dessus de 70° et distille presque sans altération; insoluble dans l'alcool froid et très-peu soluble dans l'alcool chaud, qui, par le refroidissement, se change en gelée, elle n'est pas susceptible de se saponifier.

3870. La *myricine* n'est soluble que dans 200 parties d'alcool bouillant à 0,833, et 123 parties d'alcool anhydre; soluble dans 99 parties d'éther froid, elle devient moins dure que la cire après sa fusion; d'une pesanteur spécifique égale à celle de l'eau; entrant en fusion entre 35° à 37°, 50 d'après John, et seulement à 65° d'après Boudet et Boissenot. A la distillation sèche, elle passe dans le récipient presque sans être décomposée. Elle ne se saponifie pas avec la potasse caustique.

3871. On voit, et par la dissidence qui se montre entre les résultats, et par la nature des caractères distinctifs des trois substances, qu'on peut leur appliquer toutes les réflexions que nous avons faites, à l'égard de leurs analogues, chez les graisses (3763).

### § II. *Diverses espèces de cire.*

3872. Cire d'abeilles. — C'est la substance avec laquelle les abeilles construisent les alvéoles destinés à conserver leur miel ou à abriter leur *couvain*. Les premiers observateurs avaient pensé qu'elle était pétrie avec le pollen, dont ces insectes ont soin de garnir la brosse de leurs pattes, dans le cours de leurs excursions : mais c'est une erreur; car la cire brute même n'offre rien au microscope qui rappelle les formes des organes polliniques (1400); l'analyse n'y démontre l'existence ni de la résine, ni du gluten, ni de l'eau, qui abondent pourtant chez le pollen.

3873. Huber et quelques observateurs, sur ses traces, ont été plus loin encore; ils ont établi, comme le résultat de l'observation directe, que la poudre pollinique que rapportent les abeilles

n'était destinée qu'à former la pâtée dont se nourrissent les larves du *couvain*, car ayant nourri les abeilles exclusivement avec du sucre, et sans leur permettre de sortir de la ruche, celles-ci n'en ont pas moins continué à construire leurs alvéoles. D'après cette expérience, il résulterait que la cire et le miel sont le produit de deux élaborations différentes du sucre. Cependant il me semble que cette expérience mérite d'être soumise une seconde fois à une observation exacte; car il se pourrait bien que les abeilles fissent subir au pollen, dans leurs organes digestifs, non une transformation, mais une simple extraction de la cire qui s'y trouve contenue, et qu'elles conservassent cette substance, dans des glandes ou leurs viscères, plus ou moins longtemps après l'avoir extraite pour les besoins de leur admirable architecture; et qu'enfin ce soit avec ces matériaux réservés qu'elles aient continué à construire leurs alvéoles, pendant le peu de temps que les observateurs les ont tenues emprisonnées.

3874. Quoi qu'il en soit, on sépare le miel de la cire des rayons, au moyen du pressoir; le miel coule, et la cire reste en gâteaux que l'on jette ensuite dans l'eau bouillante; on écume, pour enlever les impuretés, et on recueille la cire, qui par le refroidissement vient se figer à la surface. Dans cet état, la cire possède une odeur et une couleur qu'elle doit au miel qui s'y trouve encore. On la blanchit, en l'exposant, en lanières minces (*) et sur des toiles, à l'action de la rosée et du soleil. On peut la blanchir en outre par le chlore, ainsi que les autres espèces de cire végétale; mais on a observé que le chlore nuit à la qualité des bougies.

3875. La cire des abeilles est la seule dont nous possédions l'analyse élémentaire; la voici:

| | Carb. | Hydr. | Oxyg. |
|---|---|---|---|
| D'après Gay-Lussac et Thénard. . . | 81,784 | 12,672 | 5,544 |
| Saussure. . . | 81,587 | 13,859 | 4,554 |
| Oppermann. . | 81,291 | 14,073 | 4,636 |

Il résulte de ces trois analyses que c'est la substance grasse qui possède, à l'exception de la cholestérine, le moins d'oxygène de toutes; aussi sa solubilité dans l'alcool est-elle très-faible et sa solidité très-grande (3725).

3876. C'est encore par l'ébullition dans l'eau, qu'on extrait la cire des végétaux dont nous donnons, dans le tableau suivant, la nomenclature et les caractères distinctifs.

| CIRES. | COULEUR à l'état brut. | SE RAMOLLIT A | FOND A | PESANTEUR spécifique. | L'ALCOOL bouillant en dissout | L'ÉTHER bouillant en dissout | RENFERME cérine.. | RENFERME myricine |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Des abeilles. | Jaune (**). | 30° | 68° | 0,966 | 1/20 | 1/80 | 90 | 8 |
| Du *myrica cerifera*. | Verdâtre. | ... | 43° | 1,015 | 1/20 | 1/4 | 87 | 13 |
| Du *ceroxylon andicola*. | Vert sale, jaune clair. | ... | ... | ... | 1/6 | | | |
| Du palmier *carnauba*. | . . . . . . . . | ... | 57° | ... | 1/96 | | | |
| De la soie brute. | Peu colorée. | ... | 80° | ... | 1/200 | | | |
| Du lait de l'arbre à vache. | Jaune. | 40° | 60° | | | | | |

## § III. *Applications.*

3877. La cire des abeilles est la meilleure pour la fabrication des bougies; les autres espèces sont trop cassantes et brûlent moins; pour corriger ce double défaut, on y ajoute du suif. Il est inutile de faire observer que les bougies l'emportent sur les chandelles, sous le rapport de la propreté,

(*) On réduit la cire en lanières, en la faisant passer entre deux cylindres plongés dans l'eau, comme au laminoir.

(**) Les abeilles des Antilles en produisent une noire que le chlore même ne peut blanchir.

qui tient à leur consistance, et sous celui de l'odeur agréable qu'elles répandent en brûlant.

3878. On emploie la cire pour faire des emplâtres, des onguents et des sondes.

---

TROISIÈME GENRE.

## SUBSTANCE VERTE DES VÉGÉTAUX; CIRE VERTE (CHLOROPHYLLE) (1098).

3879. Cette substance, qui joue un si grand rôle dans l'organisation des végétaux, a été classée tantôt dans les résines, et tantôt dans les corps gras, à cause de sa solubilité dans les mêmes menstrues : alcool, éther, huiles grasses et volatiles. Sa saponification par la potasse caustique ne permet plus de la classer ailleurs que dans les graisses végétales ; c'est une véritable cire. L'exposition au soleil la blanchit, ainsi que le chlore et les alcalis. L'acide sulfurique la dissout d'abord en se colorant en vert; mais, ainsi que tous les autres acides, il finit par détruire cette couleur. Au reste, ses réactions colorantes par les acides et les alcalis varient avec l'espèce de plante d'où on l'a extraite, et avec l'époque de l'extraction. Car spontanément, et par les progrès de la végétation, on voit cette substance verte passer par toutes les nuances du prisme, pour s'arrêter le plus généralement au jaune. J'ai eu souvent l'occasion d'observer des feuilles lisses d'aloès, sur lesquelles on remarquait des anneaux colorés, emboîtés les uns dans les autres, disposés dans l'ordre des couleurs de l'arc-en-ciel, les moins réfrangibles en dehors, et dont l'effet rappelait exactement les anneaux que Nobili produisait sur des plaques métalliques, en soumettant aux pôles de la pile divers sucs végétaux. Ce n'était point là une décomposition de la lumière par une lame de mince épaisseur; car ces phénomènes de coloration traversaient de part en part toutes les couches de la feuille.

3880. Pour extraire la cire verte, il suffit d'exprimer le tissu vert d'une plante, et de traiter la fécule verte, qui s'est déposée, par l'alcool que l'on fait ensuite évaporer.

3881. La matière colorante, par toutes les réactions ci-dessus, est évidemment distincte de la substance grasse elle-même. La plupart des réactifs agissent en effet sur l'une, sans altérer en aucune manière les propriétés de l'autre.

3882. Les matières colorantes qu'on nomme habituellement *extractives*, ne sont le plus souvent que des mélanges plus ou moins compliqués des diverses dégradations de la matière colorante verte, avec toute autre substance grasse ou albumineuse.

### § I. *Analogie de la matière colorante des végétaux.*

3883. J'ai toujours été frappé de l'analogie qui existe entre les phénomènes de coloration que présente le *caméléon minéral* et ceux de la matière colorante des végétaux.

3884. Depuis Schéele, on sait qu'une combinaison d'oxyde noir de manganèse et de potasse communique à l'eau une couleur verte, qui peu à peu passe par toutes les nuances du prisme, pour devenir de nouveau incolore, en laissant déposer l'oxyde de manganèse noir; que les acides nitrique, sulfurique, etc., rendent rose la couleur verte ; que les alcalis font passer au vert celle qui est rouge, et que l'acide sulfurique détruit la couleur de toutes. La dissolution rouge est assez fixe pour cristalliser en aiguilles pourpres qui se déposent. Chevillot et Edwards ont démontré que ces variations de nuances sont dues aux proportions de l'oxygène absorbé et de l'oxyde de manganèse qui entre dans la composition du caméléon. On soupçonne qu'il se forme alors un manganésiate de potasse.

3885. Or, la présence du manganèse a été démontrée dans presque tous les tissus colorés; on en trouve abondamment dans les pelures de pomme ; la potasse s'y rencontre en plus grande abondance peut-être. D'autre part, il est reconnu par l'expérience que, partout où il existe de la substance verte ou colorée autrement, il y a absorption d'oxygène. Serait-il trop hardi de signaler cette analogie comme pouvant amener un jour à un résultat plus précis? Le fer, qui se rencontre en plus grande portion que le manganèse dans les tissus, ne pourrait-il pas tenir la place du manganèse dans la production de ces phénomènes de coloration? Nous l'avons vu jouer un rôle analogue dans la matière colorante du sang, où il est peut-être combiné avec un alcali plutôt qu'avec un acide (3524).

## DEUXIÈME DIVISION.

### SUBSTANCES PLUS SPÉCIALES AUX VÉGÉTAUX.

---

#### PREMIER GENRE.

### HUILES ESSENTIELLES OU VOLATILES.

3886. On les nomme *volatiles*, parce que, même à la température ordinaire, elles se volatilisent; tandis que les huiles grasses sont fixes à cette température, et qu'à une température plus élevée elles ne passent dans le récipient qu'en se décomposant. On les nomme essentielles, du mot *essence*, qu'on donne à celles qui répandent une odeur agréable, parce que les alchimistes les considéraient comme formant la partie principale, l'*essence* (*essentia*) du végétal, dont tout le reste n'était, à leurs yeux, qu'un inutile *caput mortuum*.

3887. Les huiles essentielles varient entre elles de couleur, d'odeur, de pesanteur spécifique et de fluidité; elles ont une saveur âcre et irritante ou bien aromatique; presque toutes rougissent la teinture de tournesol; leur point d'ébullition est ordinairement à 160 et plus; distillées, soit seules, soit avec du sable ou de l'argile, elles se décomposent en partie, presque toujours en gaz combustibles, qui laissent dans la cornue un charbon poreux et brillant; mêlées avec l'eau, elles distillent facilement et sans s'altérer. Elles brûlent avec une flamme très-brillante, mais en répandant aussi beaucoup de fumée; sans être sensiblement solubles dans l'eau, qu'elles rendent laiteuse par l'agitation (27), elles lui communiquent pourtant leur odeur d'une manière prononcée; elles se dissolvent dans l'alcool concentré, quelques-unes même dans l'alcool aqueux; elles en sont précipitées par l'eau qu'on ajoute. De même que les huiles grasses (3727), les huiles volatiles, exposées à l'air, épaississent, deviennent plus foncées en absorbant de l'oxygène, et laissent dégager du gaz acide carbonique (*); il se forme alors une résine qui reste dissoute dans la portion fluide de l'huile encore intègre. La lumière influe beaucoup sur la marche de cette absorption. La chlore et l'iode, le gaz oxyde nitrique, se comportent avec elle comme le gaz oxygène; elles ont même une si grande affinité pour ce dernier à l'état liquide, qu'il se produit une espèce de détonation par le contact. Elles absorbent aussi, sans être sensiblement altérées, des quantités considérables de gaz acide sulfureux.

3888. Aussi, de même que les huiles grasses (3753), les huiles volatiles sont-elles des mélanges d'huiles plus ou moins fluides, et presque toujours d'une portion fluide et d'une portion concrète à la température ordinaire; elles ont ainsi leur *oléine* et leur *stéarine*, que Berzélius a proposé de nommer *oléoptène* et *stéréoptène*, deux mots qui, ainsi que les deux précédents, ne doivent être considérés que comme exprimant de simples approximations; on sépare ces deux portions par les mêmes procédés que l'oléine et la stéarine : par la congélation et par l'alcool (3754). De même que les huiles grasses, les huiles volatiles dissolvent, à l'aide de l'ébullition, le soufre, et le déposent, par le refroidissement, en cristaux rouges et prismatiques; le soufre les décompose par une ébullition plus prolongée; il en est de même du phosphore, qui les rend lumineuses dans l'obscurité.

3889. Les acides forts, tels que l'acide sulfurique et l'acide hydrochlorique concentrés, s'unissent à elles avec dégagement de chaleur, et les épaississent en un liquide brun et acide, soluble dans l'alcool et dans les alcalis, et qui se charbonne, par la chaleur, en dégageant du gaz acide sulfureux. L'acide nitrique (**) concentré, mêlé avec l'huile volatile, subitement et dans un vase chauffé, la décompose quelquefois avec flamme. En ménageant, au contraire, la marche de l'opération, l'huile se transforme d'abord en résine, et par une ébullition plus prolongée avec de l'acide étendu, en acide oxalique. L'acide hydrocyanique s'unit à ces huiles qui l'enlèvent à l'eau, et le conservent sans altération; enfin ces huiles s'unissent à plusieurs acides végétaux, tels que les acides acétique, oxalique, succinique, les acides gras, etc.

3890. L'huile de girofle seule se combine avec les bases salifiables.

3891. Les huiles volatiles absorbent 6 à 8 fois leur volume de gaz ammoniaque, et l'huile de

(*) Les proportions d'eau augmentent alors dans l'huile, par la combinaison de son hydrogène avec l'oxygène. La portion de carbone qui était auparavant associée à l'hydrogène (3726), se combine avec l'oxygène en acide carbonique, qui se dégage, à mesure que l'huile s'épaissit; et la solubilité de l'huile dans l'alcool augmente.

(**) Les acides nitrique et sulfurique colorent l'essence concrète de girofle en rouge; et les sels de fer la bleuissent.

lavande en absorbe 47 fois son volume ; l'huile de térébenthine absorbe aussi jusqu'à 0,2 de son volume de gaz oxyde carbonique ; 1,9 de gaz acide carbonique ; 2 de gaz oléfiant ; 2,7 de gaz oxyde nitreux, 5 fois son volume de gaz cyanogène. Elles ont peu d'action sur les sels ; elles sont transformées en résines par ceux des oxydes métalliques qui abandonnent facilement l'oxygène, ainsi que par le nitrate de mercure, et les chlorures d'étain et d'antimoine. Le chlorure de mercure s'associe avec elles, les rend plus pesantes que l'eau, qui bientôt sépare ces deux substances, et rend à l'huile sa première fluidité.

3892. On forme un *savonule*, en triturant un mélange de soude caustique et de térébenthine, que l'on dissout peu à peu dans l'huile de térébenthine, et ensuite dans l'alcool ; on élimine celui-ci par la distillation. Ce savonule, qu'on nomme *savon de Starkey* (1081), est un mélange de soude et de résine.

3893. Les alcaloïdes végétaux, cinchonine, quinine, morphine, narcotine, strychnine, brucine, vératrine et delphine, les résines, les huiles grasses, se dissolvent dans les huiles volatiles.

3894. Le sucre broyé avec elles leur communique la propriété DE SE MÊLER PLUS FACILEMENT A L'EAU.

3895. Leur composition élémentaire donne lieu à une singulière remarque ; c'est que les unes paraissent ne pas contenir un atome d'oxygène, et les autres en possèdent presque tout autant que les huiles grasses. Saussure y trouve toujours de l'azote, quoique, d'après les chimistes, l'analyse n'y signale pas la présence de l'ammoniaque. Mais on a observé pourtant qu'elles ramènent fort souvent au bleu le tournesol rougi par un acide ; nous avons déjà donné l'explication de ces anomalies (840). Le tableau suivant présente la composition élémentaire de quelques-unes d'entre elles d'après Saussure, Liebig et Göbel ; les résultats obtenus par celui-ci, d'après Berzélius, méritent peu de confiance. Nous croyons devoir nous dispenser de transcrire les analyses de la même substance faites par divers auteurs ; on en trouve les résultats d'autant plus discordants que les auteurs vivent à de plus grandes distances les uns des autres ; à Paris, les résultats sont toujours concordants entre eux.

| | Carbone. | Hydrog. | Oxyg. | Azote. | |
|---|---|---|---|---|---|
| Huile de térébenthine | 87,650. | 12,350. | .... | .... | Hout. Labillard. |
| Id | 87,788. | 11,646. | .... | 0,566. | Saussure. |
| Huile concrète de rose | 86,743. | 14,889. | .... | .... | Id. |
| Huile de citron | 86,899. | 12,326. | .... | 0,775. | Id. |
| —— de lavande | 75,50 . | 11,07 . | 13,07 . | 0,36 . | Id. |
| —— d'anis | 76,487. | 9,352. | 13,821 | 0,34 . | Id. |
| Huile concrète du même | 83,47 . | 7,53 . | 8,54 | 0,46 . | Id. |
| Huile de rose | 82,05 . | 13,12 . | 3,95 | 0,88 . | Id. |
| Id. | 60,66 . | 16,06 . | 14,28 | .... | Göbel. |
| Huile de romarin | 82,21 . | 9,42 . | 7,73 | 0,64 . | Saussure. |
| Essence de fenouil | 75,4 . | 10,0 . | 14,6 | .... | Göbel. |
| Essence de persil concrète | 65,5 . | 6,4 . | 21,1 | .... | Blanchet et Sell. |
| Essence de girofle | 70,04 . | 7,88 . | 22,08 | .... | Dumas |
| Essence de cannelle | 78,1 . | 10,9 . | 11,0 | .... | Göbel. |
| Essence d'amandes amères | 79,5 . | 5,7 . | 14,7 | .... | Wöhler et Lieb. |
| Huile de menthe poivrée | 75,1 . | 13,4 . | 11,5 | .... | Göbel. |
| —— laur. cinnamom | 78,1 . | 10,9 . | 11,0 | .... | Id. |
| —— — cassia | 76,7 . | 9,7 . | 13,6 | .... | Id. |
| Camphre | 74,38 . | 10,67 . | 14,61 | 0,34 . | Saussure. |
| Id. | 74,67 . | 11,24 . | 14,09 | .... | Göbel. |
| Id. | 81,763. | 9,702. | 8,535 | .... | Liebig. |
| Créosote | 76,2 . | 7,8 . | 16,0 | .... | Ettling. |

## § I. *Observations théoriques.*

3896. L'absence complète de l'oxygène dans les unes de ces huiles volatiles et sa présence dans les autres, est une de ces anomalies qu'on pourrait expliquer en pensant que l'oxygène a disparu, en oxydant les bases dont l'analyse élémentaire ne s'occupe presque pas. Comment concevoir, en effet, la théorie d'un ordre de substances dont les unes, telles que l'huile concrète de rose, possèdent, à 1,632 près, la composition élémentaire du gaz oléfiant (3726), et dont les autres, qui possèdent pourtant les mêmes propriétés génériques, présentent presque la composition élémentaire des huiles grasses (3723) ?

3897. Quoi qu'il en soit, les huiles essentielles de térébenthine et de rose sont un carbure d'hydrogène anhydre; les autres sont des carbures qui se sont hydratés par l'absorption successive de l'oxygène atmosphérique. Les autres différences qu'elles offrent entre elles proviennent des mélanges de sels, de sucre, de graisse, variables selon les espèces de plantes d'où on les extrait.

3898. L'essence de térébenthine et de citron, exposée à l'air, en absorbe lentement l'oxygène à la température d'une cave; et dans ce cas, d'après Boissenot et Persoz, au bout d'un à deux ans, elle donne une matière cristalline particulière analogue aux huiles concrètes, fusible à 150°, volatile sans décomposition entre 150 et 165°, soluble dans l'éther, l'alcool, les huiles grasses, dans 12 fois son poids d'eau bouillante, et seulement 200 fois son poids d'eau froide. Il est certain que toutes les huiles essentielles, placées dans les mêmes circonstances, donneraient des produits tôt ou tard identiques.

3899. Au reste, tout ce que nous avons dit à l'égard des huiles grasses, relativement aux caractères spécifiques trompeurs que peuvent leur imprimer les bases, les acides, les sels, les substances organiques enfin qu'elles sont en état de dissoudre (3748), et surtout relativement à leur métamorphose en substances organisatrices (3728), s'applique avec autant de justesse aux huiles volatiles. Il est même possible que, par la marche philosophique de la nouvelle chimie, on arrive un jour à prouver que les différences observées entre les huiles fixes et les huiles volatiles tiennent à la nature des sels, alcalis ou acides qui y sont respectivement en solution ; ce qui ne doit pas nous dispenser de signaler les différences spécifiques des huiles volatiles les plus répandues dans le commerce, on les trouvera dans le tableau suivant :

| ESSENCES ou HUILES VOLATILES de | EXTRAITES de | COULEUR. | ODEUR. | SAVEUR. | DENSITÉ. | 100 D'ALCOOL en dissolvent | d'une DENSITÉ de | à la TEMPÉR. de | L'ÉTHER en dissout | L'EAU en dissout | FLUIDES à | EMPLOYÉES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Térébenthine. | la térébenthine des pins. | nulle. | désagréable | . . . . . . . | 0,872 | 15,5 | 0,84 | 22° | assez. | un peu. | — 26° | dans les arts. |
| Citron. | zeste de citron | jaunâtre. | agréable. | agréable. | 0,8517 | 14 en entier | 0,837 anhydre. | 16° | *Id.* | . . . . . | — 20° | dans la parfumerie. |
| Bergamote. | zeste de l'orange. | *Id.* | d'orange. | *Id.* | 0,888 | . . . . . . | . . . . . | . . . . | *Id.* | . . . . . | 0° | *Id.* |
| Anis. | graines d'*anisum*. | légèrement jaunâtre. | d'anis. | d'anis. | 0,9857 | en entier 0,42 | 0,006 0,84 | 22° 25° | *Id.* | . . . . . | + 17° | dans les distilleries et en médecine. |
| Cajeput. | feuilles de *melaleuca leucodendron*. | verte (*). | camphrée. | brûlante. | 0,978 | . . . . . . | . . . . . | . . . . | . . . . . . | . . . . . | très-fluides. | en médecine. |
| Aneth. | feuilles d'*anethum gravatum*. | jaune pâle. | d'aneth. | douceâtr. et brûlante. | 0,881 | beaucoup. | . . . . . | . . . . | beaucoup | 0,00066 | . . . . . . | en pharmacie. |
| Genièvre. | baies pilées de genièvre. | nulle ou jaunâtre. | du genièvre | *Id.* | 0,911 | peu. | . . . . . | . . . . | peu. | peu. | . . . . . . | dans les distil. pour arom. l'eau-de-vie. |
| Fenouil. | graines d'*anethum fœniculum*. | *Id.* | du fenouil. | *Id.* | 0,997 | . . . . . . | . . . . . | . . . . | . . . . . . | assez. | — 10° | en médecine et dans les parfumeries. |
| Eau-de-vie de grain. | . . . . . . . . | blanche. | désagréable | *Id.* | . . . . . | 0,16 | anhydre. | . . . . | 0,5 | très peu. | — 30° | |
| Eau-de-vie de pomme de terre. | . . . . . . . . | nulle. | particulière | brûlante et amère. | 0,8253 | en entier. | . . . . . | . . . . | . . . . . . | un peu. | — 18° | |
| Cannelle. | écorce du *laurus cinnamomun*. | jaune clair. | . . . . . . . | sucrée et brûlante. | 1,035 | beaucoup. | . . . . . | . . . . | . . . . . . | peu. | 0° | en médecine. |
| Menthe. | feuilles de *mentha crisp.* | jaune pâle. | de la ment. | *Id.* | 0,975 | . . . . . . | . . . . . | . . . . | . . . . . . | . . . . . | — 16° | *Id.* |
| Carvi. | semence du *carum carvi*. | *Id.* | du cumin. | *Id.* | 0,94 | . . . . . . | . . . . . | . . . . | . . . . . . | . . . . . | . . . . . . | *Id.* |
| Lavande. | épis du *lavandula spica*. | jaune. | de lavande. | brûlante. | 0,877 | 0,42 en entier. | 0,887 0,830 | . . . . | . . . . . . | . . . . . | . . . . . . | en parfumerie |
| Absinthe. | tiges d'*artemisia absinthium*. | jaune ou verte. | d'absinthe. | absinthe non amère. | 0,9073 | . . . . . . | . . . . . | . . . . | . . . . . . | . . . . . | . . . . . . | en médecine. |
| Noix muscade. | *macis de la noix*. | nulle ou jaunâtre. | de noix muscade. | âcre. | 0,948 | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Girofle. | fleurs du *caryophyllus aromaticus.* | *Id.* | de girofle. | brûlante. | 1,061 | ...... | ..... | .... | ..... | ..... | — 18° | *Id.* |
| Fleurs d'oranger. | *citrus aurantium...* | jaune rougeâtre. | agréable. | ...... | plus légère que l'eau. | beaucoup. | ..... | .... | beaucoup | assez. | ...... | *Id.* |
| Menthe poivrée. | tiges et feuilles de *mentha piperita.* | jaunâtre. | de menthe. | brûlante. | 0,920 | ...... | ..... | .... | ..... | ..... | — 22° | *Id.* |
| Rose. | pétales de *rosa centifolia.* | nulle. | forte. | suave et douceâtre. | 0,832 | 33 | 0,806 | 22° | ..... | beaucoup | + 29° | en parfumerie |
| Romarin. | tiges du *rosmarinus officinalis.* | *Id.* | de romarin. | ...... | 0, 8886 | en entier<br>0,025 | 0,850<br>0,887 | ....<br>18° | ..... | ..... | ...... | en médecine. |
| Sassafras. | racines du *laurus sassafras.* | nulle ou jaune rougeâtre. | agréable. | brûlante. | 1,094 | ...... | ..... | .... | ..... | ..... | ...... | *Id.* |
| Tonka. | fèves de tonka | blanc. | aromatique | échauffante | ..... | beaucoup. | ..... | .... | beaucoup | 0,0025 | + 50° | |
| Raifort sauvage. | racines du *cochlearia armoracia.* | jaune clair. | provoquant les larmes. | douceât. et vésicante. | ..... | beaucoup. | ..... | .... | beaucoup | peu. | ...... | contre les maux de dents, ainsi que l'huile de *cochlearia officinalis.* |
| Moutarde. | graine de *sinapis.* | jaune citron | irritante comme l'ammon. | ...... | 1,0387 | beaucoup. | ..... | .... | beaucoup | 0,02 | | |
| Amandes amères (**). | semence d'*amygdalus.* | jaune d'or. | d'acide hydrocyaniq. | amère et brûlante. | ..... | beaucoup. | ..... | .... | beaucoup | peu. | ...... | vénéneuse. |
| Camphre (***) | bois et racines de divers lauriers. | blanc solide | particulière | particulière | 0,9857 | 120 | 0,806 | 12° | beaucoup | 0,001 | + 175° | antiseptique. |
| Créosote. | bois distillé. | nulle. | pénétrante. | caustique. | 1,077 | en entier. | | | en entier. | 0,0025 | — 27° | antiseptique et contre les maux de dent. |

(*) Couleur qu'elle doit, dit-on, aux vases de cuivre dans lesquels on nous l'apporte, quoiqu'elle soit verte naturellement.

(**) Lorsqu'on traite ces huiles, extraites de diverses semences amères, par la potasse caustique, il se forme un hydrocyanate de potasse; mais avant ce traitement les sels de fer n'y démontreraient pas la présence de cet acide funeste (3474). Robiquet et Boutron-Charlard pensent que l'acide hydrocyanique n'existe pas tout formé dans ces plantes, qu'il se forme au contraire sous l'influence de l'eau. L'odeur que répandent la plupart de ces plantes est une réfutation suffisante de cette opinion. Cette huile peut se séparer en deux, dont la plus volatile est si vénéneuse, qu'elle fait périr les animaux en quelques secondes, par de faibles doses même. La présence de l'acide hydrocyanique étant contestée dans ces huiles, comment la chimie a-t-elle été portée à attribuer à la substance huileuse plutôt qu'à la présence de cet acide les réactions qu'elle offre par le traitement des bases et des sels?

(***) Quelques chimistes ont donné le nom de camphre à toutes les huiles volatiles concrètes à la température ordinaire, et qui ne sont pas mélangées avec des quantités trop appréciables d'huiles fluides; ainsi l'on distinguait le camphre de tabac, le camphre d'anémone, le camphre de cantharides, le camphre d'asaret, le camphre d'aunée (*inula helenium*); on avait même proposé de donner cette dénomination à la portion concrète que l'on sépare, par l'alcool, de toutes les huiles volatiles. On a donné aussi le nom de camphre artificiel au produit blanc, grenu, cristallin, volatil, d'une odeur camphrée, que l'on obtient en faisant passer du gaz acide hydrochlorique dans l'essence de térébenthine purifiée. Ce produit est formé, d'après Labillardière, de 76,29 de carbone, 9,63 d'hydrogène, 14,08 d'acide hydrochlorique.

## § II. *Extraction des huiles volatiles.*

3900. Les huiles volatiles abondent dans tous les organes tendres et colorés des plantes. Chez les plantes odoriférantes, telles que les labiées, elles se trouvent dans la tige et dans les feuilles; chez les ombellifères, dans les semences en général; chez d'autres dans les pétales; l'oranger en offre de trois espèces différentes (3899), dont l'une réside dans les feuilles, l'autre dans les fleurs, et la troisième dans le zeste de l'orange. Elles servent, dans ces organes, de véhicule à la substance odorante et de récipient à la matière colorante, ainsi qu'aux principes actifs qui caractérisent l'espèce de végétal; trois sortes de corps qui, en échappant à l'analyse, semblent faire partie essentielle de l'huile volatile. Quant à celle-ci, je suis porté à croire qu'elle est aussi uniforme, chez les divers végétaux, que l'huile grasse; et que toutes ses différences réelles résident dans le plus ou moins de solubilité et le plus ou moins de fluidité de ses molécules.

3901. On extrait les huiles volatiles ou en grand pour les besoins du commerce, ou en petit pour les études du laboratoire.

3902. En petit, on les extrait par l'éther et par l'alcool, que l'on fait évaporer.

3903. En grand, on extrait les unes par expression et le plus grand nombre par la distillation.

3904. On extrait, par expression, du zeste qui la renferme, l'huile volatile de bergamote et celle du citron. Cette huile jaillit au dehors par la pression seule des doigts.

3905. Pour obtenir par distillation l'huile volatile d'une plante, on place celle-ci, ou l'organe spécial qui possède l'huile, dans la cucurbite d'un alambic avec de l'eau et du sel marin; et de crainte que la plante, en s'attachant aux parois du vase, ne vienne à brûler, et à altérer, par les produits de la combustion, la pureté de l'essence, on a soin de l'éloigner des parois par un diaphragme à jour. L'eau est destinée à maintenir la température à un degré constant et à s'opposer à l'ébullition de l'huile, qui a lieu à 150°. Le sel marin est destiné à retarder l'ébullition de l'eau, qui, par ce mélange, n'a lieu qu'au-dessus de 100°. L'eau et l'huile volatile se rendent à la fois dans un récipient muni à sa base d'un goulot qui monte obliquement jusqu'à une certaine hauteur du vase; de cette manière, l'eau ne s'élève jamais au-dessus de la ligne qui passe par l'ouverture du goulot, et elle s'écoule à mesure que cette ligne est surmontée; l'huile volatile, au contraire, la surnage et ne peut plus s'évaporer. Une certaine quantité se dissout dans l'eau et l'aromatise; c'est même le moyen dont on se sert pour se procurer les *eaux aromatisées*. Mais quand la plante (telle que la rose) renferme peu d'huile essentielle, et qu'on ne veut point en perdre, on la distille alors avec une eau qui, déjà aromatisée, est incapable de se charger d'une nouvelle quantité d'huile essentielle.

3906. On retire l'essence de térébenthine en distillant avec de l'eau la térébenthine telle qu'elle découle des arbres résineux, et surtout celle du *pinus maritima*.

3907. L'essence de jasmin est si fugace, que pour l'extraire et la recueillir avec succès, on a recours à un procédé tout particulier. On se procure une boîte de fer-blanc d'une capacité convenable, et on y empile alternativement des morceaux de drap de laine blanche imprégnés d'huile d'olive, et des couches de fleurs fraîches de jasmin, jusqu'à ce que ces couches alternatives de fleurs et de draps aient rempli le vase; on les presse alors au moyen du couvercle que l'on tient hermétiquement fermé. On retire les fleurs au bout de vingt-quatre heures, on les remplace par des fleurs fraîches, et ainsi de même jusqu'à ce que l'huile fixe soit bien chargée d'odeur. Alors on met les morceaux de drap dans l'alcool, puis on les exprime et on soumet à la distillation le mélange. L'alcool se rend dans le récipient imprégné du principe odorant, et c'est ce menstrue que l'on vend chez les parfumeurs sous le nom d'essence de jasmin. Les essences de lis, de tubéreuse, et de violette, se préparent de cette manière pour la toilette; mais on les obtient aussi par la distillation à l'eau.

3908. La *créosote*, substance tant préconisée depuis quelques années, ainsi que le sont toutes les substances nouvellement signalées à l'attention des praticiens, est une huile essentielle que Reichenbach a découverte dans les produits de la distillation du goudron, du bois, ou de l'acide pyroligneux brut. On distille le goudron, jusqu'à ce qu'il ait au moins atteint la consistance de la poix. La liqueur qui passe dans le récipient se partage en trois couches, dont l'une est aqueuse et placée entre les deux autres qui sont oléagineuses; on prend la couche inférieure, on la sature avec du carbonate de potasse, on laisse reposer, et on décante l'huile qui se sépare. De nouveau soumise à la distillation, cette huile donne des produits plus légers que l'eau, et que

l'on rejette ; puis une liqueur plus pesante que l'on recueille et que l'on agite à plusieurs reprises avec de l'acide phosphorique étendu ; on continue à la laver tant qu'elle communique à l'eau une réaction acide. On la distille avec une nouvelle quantité d'eau chargée d'acide phosphorique, en ayant soin de cohober de temps en temps. Le liquide, ainsi rectifié, est incolore; il contient beaucoup de créosote, mais il renferme en même temps de l'eupione, et on le mêle avec la potasse en liqueur d'une densité de 1,12 qui dissout la première et n'attaque point la seconde. Après avoir lavé l'eupione qui se rassemble à la surface, on expose la dissolution alcaline au contact de l'air assez de temps pour qu'elle noircisse par suite de la destruction d'une matière étrangère : on y verse alors de l'acide sulfurique en quantité convenable ; la créosote redevient libre, on la décante et on la distille. On répète le traitement par la potasse, l'acide sulfurique, et jusqu'à ce que l'huile ne brunisse plus à l'air et prenne une teinte rougeâtre. On la dissout alors dans la potasse plus concentrée et on la soumet à une distillation nouvelle. Enfin on la redistille pour la dernière fois, en rejetant les premières portions qui renferment beaucoup d'eau. Pour l'extraire de l'acide pyroligneux, on dissout dans celui-ci du sulfate de soude jusqu'à complète saturation. L'huile qui se sépare et surnage est décantée, abandonnée quelques jours, pour qu'elle dépose une nouvelle quantité d'acide et de sulfate de soude. On la sature à chaud par du carbonate de potasse ; on la distille avec de l'eau ; la nouvelle liqueur obtenue est d'un jaune pâle : on la traite par l'acide phosphorique, comme celle qui provient du goudron.

3909. Après tous ces traitements si compliqués, il doit paraître évident que s'il est une substance artificielle, c'est certainement la *créosote*.

3910. La *créosote,* ainsi nommée parce qu'elle a paru posséder à un haut degré la propriété de conserver la viande, est une substance oléagineuse, incolore, d'une saveur caustique et brûlante (car, en dépit des distillations successives, elle conserve certainement de l'acide phosphorique, de la potasse, de l'acide sulfurique, etc.), d'une odeur pénétrante et désagréable qui rappelle celle de la viande fumée. Elle entre en ébullition, sans se décomposer, à 203°, sous la pression de $0^m,720$. Elle dissout l'iode, le phosphore, le soufre à chaud; le potassium s'y dissout en s'oxydant. Avec la potasse et la soude, elle forme deux combinaisons, l'une anhydre, de consistance oléagineuse, et l'autre hydratée, qui se présente sous forme de petites paillettes cristallines, blanches nacrées. Toutes les deux sont décomposées par les acides les plus faibles, même par l'acide carbonique, qui s'empare de la base. L'ammoniaque s'y dissout instantanément à froid, et l'on ne parvient jamais à l'en isoler complétement. L'oxyde de cuivre s'y dissout aussi, et lui communique une couleur d'un brun chocolat. Les acides acétiques et autres acides organiques s'y dissolvent à froid ou à chaud.

3911. Les huiles essentielles, surtout les huiles vireuses, parmi lesquelles le camphre occupe le prémier rang, sont éminemment antiseptiques, vermifuges, et doivent être prescrites contre toutes les maladies contagieuses, avec les modifications qui ont pour but de les mettre en contact immédiat avec le siége de la maladie (3061). Ce n'est pas par une autre propriété qu'elles nous paraissent antispasmodiques, stomachiques et calmantes. Les dames du Midi, les religieuses surtout, font une grande consommation d'eau de fleurs d'oranger sucrée, contre les maladies hystériques, qu'elles désignent sous le nom de *vapeurs.* Dans le Nord, l'eau de fleurs d'oranger est remplacée par l'eau de mélisse ou des carmes, en ce dernier cas.

## § III. *Examen des nouvelles théories auxquelles ont donné lieu certaines réactions des huiles essentielles.* (Camphène, Camphogène, Citrène, Pencyle, Dadyle, Citronyle, Citryle, Benzoyle.)

3912. Kind découvrit qu'en faisant passer du gaz acide hydrochlorique à travers 100 parties d'essence purifiée de térébenthine, et entourée d'un mélange de glace et de sel, l'huile absorbe près du tiers du poids de cet acide, et se prend en une masse cristalline et molle, dont on sépare, en la faisant égoutter pendant quelques jours, environ 20 parties d'un liquide incolore, acide, fumant, chargé de beaucoup de cristaux, et 110 parties d'une substance blanche, grenue, cristalline, volatile, dont l'odeur est camphrée; c'est à cette substance qu'on a donné le nom de *camphre artificiel.* On le purifie en l'exposant à l'air sur du papier joseph, en le lavant à l'eau et à l'alcool, le faisant cristalliser dans ce dernier liquide, et le desséchant dans le vide ou par la fusion à une douce chaleur. Le camphre

artificiel est évidemment (3733) un mélange d'huile de térébenthine et d'acide hydrochlorique, quoiqu'il ne rougisse pas la teinture de tournesol; car par la distillation, l'acide hydrochlorique se dégage en partie et est mis en liberté. Il se dissout en totalité dans l'alcool, d'où l'eau le sépare sans altération. L'acide nitrique le décompose à chaud, avec dégagement de chlore. L'acide acétique ne l'attaque pas. Les alcalis n'en séparent l'acide qu'avec beaucoup de difficulté; car, pour attaquer l'acide dissous dans une huile, il faut plus de temps que pour attaquer un acide dissous dans l'eau. En mêlant le camphre artificiel avec trois fois son poids de chaux vive ou de baryte, et distillant le mélange au bain d'huile, le chauffant le plus rapidement que possible, et redissolvant le produit huileux plusieurs fois de suite sur de nouvelles quantités de bases, on obtient la substance oléagineuse que Dumas a proposé de nommer *camphogène* ou *camphène*, quand on la retire de l'essence de térébenthine, et *citrène* quand on la retire de l'essence de citron. Wœhler et Liebig ont, de leur côté, donné le nom de *benzoyle hydratée* à l'essence d'amandes amères, purifiée, liquide; celui de *benzoyne* à l'essence concrète; ceux de *hydrochlorure, bromure de benzoyle*, aux mélanges de chlore et de brome avec cette essence. Blanchet et Sell ayant vu le produit de la distillation se partager en deux couches oléagineuses, dont l'une est susceptible de bouillir à 145° et l'autre à 134°, ont proposé d'appeler la première *dadyle*, et la seconde *peucyle*, quand ils les ont extraites de l'essence de térébenthine, et les noms de *citronyle* et de *citryle* quand ils les ont extraites de l'essence de citron. A ce prix, chaque essence donnera lieu à une ou deux créations nominales terminées en *ène* ou *yle*, à mesure que les auteurs, partisans de vieilles méthodes de nomenclature, s'aviseront de traiter par la chaux vive chaque essence en particulier.

3913. Mais d'abord la terminaison en *ène* est ici un double emploi de la terminaison en *one*, que les auteurs ont assignée au produit de la distillation des substances organiques volatiles par la chaux vive (3782); et, pour être conséquents avec eux-mêmes, ils auraient dû désigner leur substance prétendue nouvelle, par les mots de *camphone* et de *citrone*. Ensuite le camphogène ne diffère de l'essence de térébenthine rectifiée, que comme un produit pris dans le récipient diffère du même produit existant dans la cucurbite, c'est une différence de déplacement; et c'est ce que Dumas a eu plus tard l'occasion de remarquer; en sorte que, pour ne pas tout perdre dans cette innovation nominale, il a proposé de considérer l'essence de térébenthine rectifiée comme du camphène pur. Mais l'essence de térébenthine pouvant être considérée avec raison comme un carbure d'hydrogène pur, il s'ensuit que la même essence sera du carbure d'hydrogène ou du camphène, et que la nomenclature possédera deux noms pour désigner exactement la même chose. Quant au *citrène*, on convient qu'il a la même composition que le *camphène*, et que la différence est dans sa capacité de saturation, qui est double de celle du camphène; l'essence de citron absorbant deux fois plus d'acide hydrochlorique gazeux que l'essence de térébenthine. Or c'est ici un caractère de l'essence de citron et non le signe d'une substance nouvelle, et il n'y a rien de si extraordinaire qu'une huile essentielle hydratée (3897) ait, pour les acides, une capacité de saturation double d'une essence anhydre. Les deux essences obtenues par Blanchet et Sell ne sont que la même huile à deux états différents de purification.

3914. Ainsi, inconséquence et légèreté dans la nomenclature, fausses idées dans l'induction. S'il faut donner un nom nouveau à un mélange d'acide hydrochlorique et d'huile essentielle, il faudra en assigner un à toute dissolution nouvelle d'une substance quelconque dans la même essence: le *camphre artificiel*, en effet, n'est pas autre chose qu'une dissolution de ce genre; mais il est absurde de comparer ces sortes de combinaisons à la combinaison saline du même acide, avec une base inorganique, et de dire *hydrochlorate de camphène, sulfate de camphène, acétate de camphène*, etc., comme on dit hydrochlorate, sulfate, acétate de potasse et de chaux; car la ressemblance des noms impliquerait l'analogie de la chose. Le phénomène du camphre artificiel qui était dans le cas de mettre la philosophie de la science sur la voie de l'unité, n'a servi aux méthodes académiques qu'à compliquer une question par elle-même fort simple. L'acide hydrochlorique, nous l'avons déjà fait remarquer (1255), a la propriété de modifier et de changer en tout les propriétés odorantes des substances organiques; si cet acide communique à l'huile de térébenthine l'odeur du camphre, il doit paraître plus que probable que le camphre est redevable de son odeur à une quantité, si minime qu'elle soit, de cet acide ou d'un hydrochlorate ammoniacal; et il est plus que probable que les odeurs caractéristiques

des autres essences leur sont communiquées par des substances étrangères à leur composition. Nous avons de bonnes raisons d'affirmer qu'en les mélangeant chacune en particulier, avec diverses doses d'acide hydrochlorique ou hydrocyanique, on arriverait à les transformer, sous le rapport de l'odeur, les unes dans les autres, de la manière la plus curieuse et la plus illimitée; et l'on serait plus disposé alors à admettre ce principe incontestable à nos yeux, qu'il n'existe qu'une seule huile essentielle en réalité, se modifiant à l'infini de la manière la plus variable, par l'action des mélanges.

3915. Wœhler et Liebig, en traitant l'huile essentielle d'amandes amères par la chaux vive, ont obtenu un produit distillé, qui n'est évidemment que l'huile rectifiée. Ils ont donné à ce produit le nom de *benzoyle*, comme ils auraient pu l'appeler *benzoone* (3913). D'après eux, ce radical ternaire aurait pour formule : $C^{28}H^{10}O^{2}$, et donnerait lieu : 1° à de l'*hydrure de benzoyle*, en s'associant à un atome d'hydrogène, hydrure qui ne serait autre que l'huile esssentielle d'amandes amères purifiée; 2° à un *chlorure de benzoyle*, quand on fait passer un courant de chlore à travers l'huile essentielle purifiée ; 3° à du *bromure* et de l'*iodure de benzoyle*, en traitant la même essence par le brome ou par l'iode ; 4° à du *sulfure de benzoyle*, quand on traite le *chlorure de benzoyle* par le *sulfure de plomb ;* 5° à du *cyanure de benzoyle*, en distillant le chlorure de benzoyle sur le cyanure de mercure ; combinaisons dont les auteurs donnent la composition atomique avec des lettres et des exposants algébriques, invariables dans les livres, mais, n'en déplaise à la chimie, infiniment variables dans la nature ; car ces prétendues combinaisons salines ne sont que de simples dissolutions d'un gaz dans une essence, dont la capacité de saturation augmente ou diminue selon qu'elle a plus ou moins absorbé d'oxygène. Il est inutile de transcrire ces formules, qui s'obtiennent d'un trait de plume, et s'effacent du trait suivant.

3916. Outre le *benzoyle*, nous avons aussi la *benzoyne*, substance concrète, isomérique, d'après les auteurs précédents, avec l'essence d'amandes amères pure, et qu'on obtient, en abandonnant cette essence quelques semaines sur une dissolution de potasse caustique, à l'abri de l'influence de l'air. Elle est alors colorée en jaune, et dans cet état, nous osons le déclarer, elle ne serait rien moins qu'isomérique avec l'essence pure d'amandes amères ; mais aussi ce n'est pas dans cet état que les chimistes l'ont analysée. Pour la dépouiller de sa coloration, ils l'ont dissoute dans l'alcool bouillant, auquel on ajoute du charbon animal ; ils l'ont fait cristalliser à plusieurs reprises, et lui ont restitué ainsi, à leur insu, toute la quantité du principe aqueux que la potasse caustique lui avait soustraite. Cette substance est cristalline, elle fond à 120°, elle est insoluble dans l'eau froide, légèrement soluble dans l'eau chaude, d'où elle se sépare par le refroidissement en aiguilles cristallines ; elle se dissout dans l'alcool plus à chaud qu'à froid.

3917. L'*essence de cannelle*, d'après les mêmes principes, a eu sa *cinnamyle*, analogue au *peucyle*, au *benzoyle*, etc. Cette substance est due aux travaux de Péligot et Dumas, qui, fidèles à leur nomenclature, auraient dû l'appeler *cinnamène*, synonyme de *camphène* et de *citrène*. Les mêmes auteurs ont nommé *chlorocinnose* la prétendue combinaison de chlore avec l'huile essentielle de cannelle ; et encore cette fois ils ont péché contre leur nomenclature ; ils auraient dû nommer cette combinaison *chlorure de cinnamyle ;* mais le mot n'aurait pas eu un air de nouveauté qui fait tout le prix de ces sortes de créations nominales. Sous la plume des mêmes auteurs, l'essence de girofle a obtenu les honneurs de deux créations nominales, l'*eugénine* et la *caryophylline*, deux nouvelles infidélités à la nomenclature, qui exige impérieusement que l'eugénine se nomme ou *eugénène* ou *eugényle*, et que la *caryophylline* se nomme *caryophyllène* ou *caryophyle*. La première se dépose d'elle-même de l'eau distillée de girofle, sous forme de lames cristallines, et possède, d'après Dumas, un atome de moins d'eau que l'essence elle-même ; la seconde existe à l'état de petits cristaux dans certaines variétés de girofle, et particulièrement dans celui des Moluques.

3918. Le champ est ouvert et l'horizon est large ; chaque huile essentielle est appelée à fournir à la science deux ou trois, au moins, découvertes de ce genre ; et tôt ou tard, vu le nombre des combinaisons atomistiques auxquelles chacun de ces produits se prêtera de la meilleure grâce du monde, il sera nécessaire d'opérer, dans la chimie organique, un démembrement consacré aux huiles essentielles exclusivement, et qui prendra le nom de *chimie oléopténique*.

---

## DEUXIÈME GENRE.

## RÉSINES.

3919. Les résines ne diffèrent essentiellement des huiles volatiles concrètes, dont elles ne sont qu'une modification, qu'en se décomposant; car autrement, par leur solubilité dans l'alcool et dans l'éther, les huiles grasses, l'huile de pétrole, la potasse et la soude, par leur insolubilité dans l'eau, et surtout par leur composition élémentaire, les résines sont des huiles essentielles.

3920. Les résines sont des substances solides, cassantes, inodores, insipides ou âcres, plus pesantes que l'eau, en général diaphanes et d'une couleur jaunâtre; elles sont, le plus grand nombre, électro-négatives par le frottement; quelques-unes, par exception et par suite de quelque mélange, sont indifférentes.

3921. Les acides hydrochlorique et acétique concentrés, mais surtout l'acide sulfurique, dissolvent les résines sans les décomposer; car l'eau les en précipite sur-le-champ avec leurs premiers caractères. L'acide nitrique, au contraire, les attaque avec violence et avec dégagement de gaz nitreux; il se forme une substance visqueuse après l'évaporation, d'un jaune foncé, également soluble dans l'alcool et dans l'eau, et qui, chauffée avec une égale quantité d'acide nitrique, prend peu à peu tous les caractères du tannin.

3922. Les résines dissolvent et le soufre et le phosphore; quand la chaleur les a rendues liquides, elles s'unissent aux bases sans aucune espèce de saponification (1071); car on les sépare de ces bases aussi peu acides qu'auparavant. Unverdorben avait considéré quelques résines comme des acides, en se fondant sur leurs propriétés électro-négatives. Il avait désigné un *acide pinique*, un *acide silvique*, et un *acide colopholique;* il parait avoir abandonné entièrement cette manière d'envisager le rôle que jouent ces substances dans leur combinaison avec les bases. Mais les chimistes ont repris cette opinion, et ils admettent des résines acides et des résines neutres; les résines acides, d'après eux, formeraient avec les bases des combinaisons salines soumises aux mêmes lois que es véritables sels.

3923. On obtient ces combinaisons en traitant par un acétate, une dissolution alcoolique d'une résine. Les auteurs les désignent sous le nom de résinates.

3924. Les résines pouvant être considérées comme des transformations des huiles essentielles, sous l'influence d'un gaz lentement absorbé, on doit leur appliquer les principes, dont nous avons déjà fait l'application aux huiles grasses et volatiles, et établir d'avance que chaque résine contient une série de dégradations telles, qu'il serait impossible de trouver entre elles des lignes de démarcation bien définies. Aussi les chimistes ont-ils observé depuis longtemps que les résines sont des mélanges de diverses résines, dont les unes sont solubles dans l'alcool froid, les autres dans l'alcool chaud, d'autres dans l'huile de pétrole ou l'huile de térébenthine (*); et c'est à la faveur de ces menstrues qu'Unverdorben est parvenu à isoler jusqu'à cinq espèces de résines de la même substance; il désigne chacune d'elles par une lettre de l'alphabet grec; cette nomenclature est parfaitement en harmonie avec la manière dont nous envisageons la formation successive de ces nuances; mais il est pourtant bon de faire observer que, si l'on voulait préciser les caractères de ces nuances, les vingt-quatre lettres de l'alphabet ne suffiraient plus. Ce qui vient encore à l'appui de ces observations, c'est l'énorme variabilité des caractères généraux que présentent les résines, selon les espèces de végétaux, selon les individus mêmes, et selon l'époque à laquelle s'est faite l'extraction. Aussi est-il rare de rencontrer quelque concordance entre les résultats obtenus par deux auteurs différents.

3925. Nous ne possédons la composition élémentaire que des résines suivantes :

| | Carb. | Hydr. | Oxyg. | |
|---|---|---|---|---|
| Résine du pin ou colophane. | 75,944 | 10,719 | 13,337 | G. L. et Thénard. |
| Colophane purifiée par l'huile de pétrol. | 77,402 | 9,551 | 13,047 | De Saussure. |
| Colophane purif. d'abord à l'eau, ensuite à l'éther. | 79,655 | 10,080 | 10,265 | Blanchet et Sell. |
| Résine de coloph. | 79,15 | 9,93 | 10,92 | Henry Rose. |

(*) Bonastre a donné le nom de *sous-resines* à la portion d'une résine qui ne se dissout que dans l'alcool bouillant, et qui s'en précipite par le refroidissement en espèces de cristallisations. Nous dirons de cette stéarine des résines, si je puis m'exprimer ainsi, ce que nous avons dit de la stéarine elle-même. Si le plus ou moins de solubilité dans l'alcool chaud ou bouillant était un caractère distinctif suffisant, il faudrait admettre bien des sous-résines différentes dans de la même résine

| | Carb. | Hydr. | Oxyg. | |
|---|---|---|---|---|
| Résine d'élémi . . | 82,29 | 11,11 | 6,60 | H. Rose. |
| Baume de copahu. | 79,26 | 10,15 | 10,59 | *Id.* |
| Copal . . . . . . | 76,811 | 12,683 | 10,506 | G. L et Thénard. |

De l'analyse de Blanchet et Sell la théorie atomistique a déduit la formule suivante : $C^{20}H^{16}O$, qui est celle qu'elle assigne au camphre (3912). Si cette concordance avait eu lieu au moyen de l'analyse de Gay-Lussac ou de Saussure, la théorie aurait laissé de côté celle de Blanchet ; car l'essence de ce système est l'éclectisme (3823). Si on tenait au contraire à ne pas donner le coup de pouce au calcul, on trouverait que l'analyse de Blanchet amène à la formule $C^{21}H^{16}O$, celle de Gay-Lussac à la formule $C^{20}H^{17}O$, celle de Saussure à la formule $C^{20}H^{15}O$, et cela en négligeant, à l'égard de l'oxygène, les chiffres qui dépassent 1. Car autrement on obtiendrait à la place de la première de ces formules : $= C^{208}H^{162}O^{10}$, à la place de la seconde $C^{200}H^{171}O^{13}$, et à la place de la troisième $C^{203}H^{153}O^{13}$. Choisissez, et puis cherchez, dans la liste des formules dont se hérissent nos livres chimiques, celle qui, à la faveur d'un coup de pouce, pourra le mieux s'accorder avec l'une des trois ci-dessus ; celle qui tombera d'accord sera la meilleure ; on ne reconnaît pas les bonnes à d'autres caractères. Et si au lieu d'admettre $C = 38$, comme les chimistes français, on supposait le poids de l'atome du carbone $= 76$, comme le font les Allemands, la formule changerait encore, en n'affectant C que de la moitié de son exposant. Au lieu de $C^{20}H^{15}O$, par exemple, on aurait $C^{10}H^{15}O$.

3926. Les pharmaciens ont distingué deux espèces de résines ; les *résines* proprement dites, et les *baumes*. Les baumes sont des résines solides ou liquides qui contiennent de l'acide benzoïque. Les chimistes allemands les divisent en *baumes naturels* et *résines dures*. Les baumes naturels sont des résines qui, à la faveur d'une certaine quantité d'huile volatile à laquelle elles sont associées, restent molles ou liquides.

3927. On extrait les résines par incision (3332); elles coulent dissoutes dans l'huile volatile, dont elles ne sont qu'une transformation, et dont on les débarrasse par la distillation. Quelques-unes découlent spontanément par exsudation. Or les huiles essentielles tenant en dissolution diverses substances étrangères et des sels même, il est impossible que les résines ne soient pas à leur tour de semblables mélanges ; et c'est peut-être à leur mode d'association avec ces corps étrangers, et ensuite à la nature diverse de ces corps, que ces résines sont redevables et de leurs caractères spécifiques entre elles et de ceux qui les distinguent des huiles essentielles (3919).

3928. Nous nous contenterons de signaler, dans un tableau, les principaux caractères des résines les plus connues :

| RÉSINES. | EXTRAITES des | COULEUR. | ODEUR. | SAVEUR. | PESANTEUR spécifique. | CONSISTANCE. | RENFERMENT. | EMPLOYÉES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Baume de copahu. | *Copaifera officinalis.* | blanc jaunâtre. | forte. | âcre et amère. | 0,950 | d'huile. | . . . . . . . | quelques-unes en médecine, et le plus grand nombre à faire des vernis. |
| Baume de la Mecque. | *Amyris apobalsamum.* | limpide. | suave. | *Id.* | 0,950 | *Id.* | | |
| Baume du Pérou. | *Myroxylum peruiferum.* | jaunâtre. | agréable. | âcre. | 1,15 | dure. | acide benzoïque. | |
| Tolu. | *Toluifera balsamum.* | jaune clair. | de citron et de jasmin. | échauffante. | . . . . . . . | *Id.* | | |
| Copale. | *Rhus copallinum.* | nulle. | légère. | . . . . . . . . | 1,045 1,139 | *Id.* | | |
| Térébenthine(*). | pin et sapin. | gris jaune. | faible. | amère et brûlante. | . . . . . . . | du miel. | acide succinique. | |
| Benjoin. | *Styrax benzoin.* | brun rougeâtre. | de vanille. | suave. | 1,063 1,092 | solide. cassure conchoïde. | 18 pour 100 d'acide benzoïque. | |
| Sandaraque. | *Thuya articulata.* | blanc jaunâtre. | nulle. | . . . . . . . . | . . . . . . . | en grains. | | |
| Mastic. | *Pistacia lentiscus* | jaunâtre. | agréable. | . . . . . . . . | . . . . . . . | *Id.* | | |
| Dammara. | *Pinus dammara.* | légèr. jaunâtre. | nulle. | insipide. | 1,097 1,123 | cassante. | | |
| Sang-dragon. | *Pterocarpus draco* | brun foncé. | *Id.* | *Id.* | 1,196 | à cassure terne. | un peu d'acide benzoïque. | |
| Gayac (**). | *Guajacum officinale.* | vert jaunâtre. | *Id.* | . . . . . . . . | 1,205 1,228 | cassure brillante et verdâtre. | 5,1 pour 100 de gomme. | |

(*) Dans les Landes, on retire de la térebenthine qui découle des troncs incisés des conifères, la résine par la filtration à travers la paille, la poix noire par la combustion de la paille et des copeaux qui ont servi à la filtration. Le goudron s'obtient par la combustion des bûches des arbres trop vieux pour donner encore de la térébenthine. Le noir de fumée se recueille en recevant la fumée dans une chambre en sapin, tapissée de toiles peintes. La poix jaune, ou poix de Bourgogne, n'est, dit-on, que du galipot ou résine fondue et mise en contact avec le vinaigre.

(**) La résine de gayac bleuit par l'iode (948), par le chlore, par le gluten, par la gomme; elle devient rouge brun dans l'acide sulfurique.

## § I. *Résumé théorique de l'histoire des substances grasses fixes ou volatiles.*

3929. Il suffit que le carbone s'associe à l'hydrogène en certaines proportions, pour qu'il se forme l'huile essentielle réduite à sa plus grande simplicité possible. Dans cet état, elle est liquide, soluble dans l'alcool et l'éther, qui offrent une composition analogue, insoluble ou peu soluble dans l'eau, chez laquelle l'hydrogène est associé à une quantité d'oxygène proportionnelle EN POIDS à celle du carbone dans l'huile essentielle, et avec laquelle, par conséquent, l'huile essentielle n'a aucune affinité.

3930. Mais l'huile essentielle possède une grande tendance à dissoudre, entre autres substances simples, les gaz, et parmi les gaz atmosphériques, le gaz oxygène, surtout à la lumière. A l'obscurité, je suis fortement porté à croire que l'azote est absorbé de la même manière que l'oxygène.

3931. Ne nous occupons en ce moment que de l'absorption de l'oxygène. Ce gaz ne saurait être absorbé sans se combiner; et comme il est susceptible de se combiner tout aussi bien avec l'hydrogène qu'avec le carbone, il ne tarde pas à se produire, dans l'huile essentielle, une quantité d'eau et d'acide carbonique proportionnelle à l'oxygène absorbé. L'eau reste associée tout entière aux molécules oléagineuses; mais l'acide carbonique, à cause de sa plus grande volatilité, se dégage en grande partie; cependant il en reste toujours assez pour que l'huile essentielle donne aux papiers réactifs des signes sensibles d'acidité.

3932. L'huile essentielle devient un mélange de trois substances différentes : 1° huile essentielle anhydre; 2° acide carbonique; 3° huile essentielle hydratée.

3933. L'huile essentielle hydratée est peu soluble dans l'huile essentielle anhydre, et d'autant moins que la proportion d'eau augmente; la présence de l'acide carbonique est capable de rendre cette seconde portion plus soluble qu'elle ne l'est elle-même, dans la portion anhydre. Aussi, en traitant les huiles essentielles par un alcali ou un oxyde minéral, parvient-on à opérer le départ des deux portions, de la portion fluide et de la portion concrète.

3934. Mais la solubilité des huiles essentielles dans l'alcool augmente avec la proportion d'eau qui la rend de plus en plus concrète; parce que l'eau est un véhicule qui a de l'affinité pour l'alcool, et sert ainsi d'intermédiaire aux deux substances. L'huile concrète, parce qu'elle est hydratée, est d'autant moins soluble dans l'huile essentielle anhydre, qu'elle est plus soluble dans l'alcool.

3935. De même que l'huile essentielle hydratée est concrète dans l'huile anhydre, de même l'huile essentielle anhydre se concrète pour ainsi dire dans l'eau; elle y perd de sa consistance et de sa fluidité, car elle s'y divise sans s'y dissoudre.

3936. Plus la quantité d'eau augmente, moins est volatile l'huile essentielle réduite à elle-même et sans autre mélange. Les mélanges sont dans le cas d'en augmenter ou d'en diminuer la volatilité, selon que les substances qui les forment sont elles-mêmes volatiles ou fixes.

3937. A un certain terme de la progression, l'huile essentielle est une résine; à un autre plus éloigné, elle est une huile fixe ou une graisse, c'est-à-dire qu'elle ne se volatilise plus qu'en se décomposant, et qu'en se séparant en plusieurs fractions d'elle-même.

3938. La transformation de l'hydrogène de la substance oléagineuse en eau par l'absorption de l'oxygène, ne s'arrête pas lorsque l'huile est parvenue au terme où elle prend le nom de graisse; et la progression continue tant qu'il reste de l'hydrogène à oxygéner. Mais lorsque toute la quantité de l'hydrogène de la graisse est transformée en eau, la graisse est devenue une substance saccharine ou gommeuse.

3939. Nous décrivons ici ce qui doit se passer dans la nature qui développe, et non ce dont nous sommes témoins dans le laboratoire, qui paralyse et interrompt à jamais toute espèce de développement. Nous prenons les termes isolés dans le laboratoire, nous les disposons, par la pensée, en série régulière, et nous arrivons ainsi à formuler, par une progression indéfinie, l'histoire des transformations de la molécule qui est appelée à s'organiser en tissus.

3940. Ainsi, pour représenter les termes extrêmes de la progression indéfinie par des chiffres, soit l'huile essentielle composée de 87,33 de carbone, et de 12,67 d'hydrogène; que cette substance ait fini par absorber 100 parties d'oxygène; 100 parties de ce mélange se trouveront composées de 43,67 de carbone, 6,33 d'hydrogène, et 50 d'oxygène; ce qui est environ la composition élémentaire de la gomme, du sucre et du ligneux (1115).

3941. Mais, pour arriver à ce terme, qui est celui de la substance apte à s'organiser, l'huile essentielle a passé par une progression indéfinie d'additions d'oxygène. Elle a été successivement :

÷ (CH = 100). (CH = 99 + O = 1). (CH = 98 + O = 2). (CH = 97 + O = 3)......... (CH = 50 + O = 50);

3942. Or que fera l'analyse élémentaire qui cherchera à soumettre à ses pesées une substance ainsi progressive? elle constatera la composition d'un terme de la progression, et non la composition d'une combinaison invariable. Et peut-être dans vingt décompositions subséquentes, il ne lui arrivera pas deux fois de rencontrer le même terme, que le hasard lui avait fait rencontrer la première fois. On verra alors le chimiste différer du chimiste et différer de lui-même, se jetant dans de longues hypothèses et de plus longs calculs, pour réfuter un adversaire, et pour faire concorder ses propres résultats entre eux et avec ceux d'autrui; la science se hérissera de formules, dont le nombre augmentera sans fin avec les analyses, et même en raison de l'exactitude de l'observateur. La chimie n'avait tenu aucun compte de ces considérations; elle savait que les huiles essentielles et fixes absorbent de l'oxygène, d'autant plus qu'elles sont restées plus longtemps exposées à l'air; et tout à coup perdant de vue cette circonstance, elle constatait les différences dans la quantité d'oxygène, comme les signes de tout autant de substances *suî generis*. On aurait dit que la partie descriptive de la chimie et la partie analytique sont deux sciences divergentes, qui ne communiquent jamais ensemble et ne tendent jamais à s'éclairer mutuellement.

3943. Bien plus, la partie descriptive offre à son tour deux branches distinctes, comme deux sciences hétérogènes. Dans l'une, le chimiste essaye une à une les réactions des corps qu'il a sous la main, avec la substance qu'il étudie; et dans l'autre il prend les réactions de ces corps mélangés à son insu avec la substance isolément connue, pour des caractères distinctifs d'un principe immédiat et nouveau.

3944. Présentez-lui en effet un mélange intime de sucre et d'huile essentielle; ce mélange, également soluble dans l'alcool et dans l'eau, aura à ses yeux un caractère qui, n'étant plus celui ni du sucre, ni de l'huile, motivera la création d'une substance nouvelle. Un mélange d'huile grasse et de sucre sera nécessairement pris pour de la glycérine (3770).

3945. Mélangez avec l'huile essentielle un acide aussi volatil qu'elle, de l'acide acétique ou de l'acide carbonique, et ce mélange deviendra dans le laboratoire un acide *suî generis*.

3946. En mélangeant ensemble les résines solides, les graisses et les huiles essentielles, vous obtiendrez des produits, dont la fusibilité et la solubilité dans l'alcool et dans l'éther varieront selon les proportions employées; et que de substances ne diffèrent entre elles, dans nos catalogues, que par les caractères de fusibilité et de solubilité!

3947. Mélangez avec l'huile essentielle un acétate ou autre sel d'ammoniaque, vous aurez la satisfaction de léguer à la science une substance azotée et animale d'un caractère nouveau, une base organique, si le mélange est concret, un gluten, une albumine ou un caoutchouc, si le mélange est ductile et élastique.

3948. En compliquant davantage le mélange, et en l'imprégnant de quelques traces de matière colorante inorganique ou autres sels, vous ajouterez au subterfuge une illusion de plus, et rendrez la fraude moins suspecte.

3949. Or, quand l'analyse directe a donné ses avertissements, la synthèse doit les avoir sans cesse présents à la mémoire; elle doit commencer par soupçonner ce que l'analyse constate, et restituer à chaque substance, par la pensée, les éléments d'un mélange qu'il n'est plus donné à l'art de désassocier.

## § II. *Applications.*

3950. CAOUTCHOUC (3354). — Parmi les plus intéressants de ces mélanges, nous ne pouvons nous dispenser de faire l'histoire du *caoutchouc*, ou *gomme élastique*, ou *résine élastique*. Le caoutchouc est le produit coagulé à l'air de la *séve cellulaire* ou *pseudo-vasculaire* des végétaux suivants : *jatropha elastica, castilleja elastica, cecropia pellata, hippomane biglandulosa, ficus religiosa, artocarpus integrifolia, urceolaria elastica*. On l'obtient par incision; mais les formes sous lesquelles il est répandu dans le commerce sont tout à fait artificielles. Ce sont des poires creuses, que les Américains préparent, au moyen de moules pyriformes en terre, sur lesquels ils appliquent, après leur entière dessiccation, des couches de la séve, qu'ils font successivement sécher, en exposant la poire à la fumée; lorsque la couche générale a acquis l'épaisseur voulue, on jette la poire dans l'eau, qui ramollit la terre, et permet d'en vider le sac résineux. La couleur noire du caoutchouc provient de la fumée à laquelle il a été exposé. On trouve encore le caoutchouc sous forme de plaques épaisses de couleur blanche, ou jaune pâle; on l'expédie aussi en suc

dans des bouteilles bien fermées ; ce suc est d'un jaune pâle, d'après Faraday ; il se couvre dans les flacons d'une couche de caoutchouc figé ; il a une odeur aigrelette et sent un peu le pourri ; sa pesanteur spécifique est de 1011,74 ; appliqué en couches minces sur un corps solide, il se fige assez vite, dans la proportion de 45 pour 100 de suc. Chauffé, le suc offre un coagulum de caoutchouc qui vient nager à la surface du liquide. L'alcool versé dans le liquide occasionne un coagulum. La potasse en dégage une odeur ammoniacale fétide, mais ne le coagule pas. Si l'on abandonne le liquide à lui-même, il s'élève une espèce de crème à la surface du liquide, qui devient brun et limpide. L'eau dont on l'étend, ne le coagule ni ne l'altère. On obtient le caoutchouc pur, en mêlant le suc avec 4 fois son volume d'eau, dans un vase percé au fond d'un trou, qu'on tient bouché pendant 24 heures, terme au bout duquel le caoutchouc s'est rassemblé, comme une crème, au-dessus du liquide, que l'on soutire alors en débouchant le fond du vase ; mais dans cet état il est aussi peu compacte que la crème, et se désagrége dans l'eau à la moindre agitation. Pour lui rendre sa cohérence et son élasticité, on le prive de l'eau interposée entre ses molécules, en le comprimant entre du papier joseph, ou l'étendant sur des briques poreuses ; il devient bientôt d'une grande blancheur, élastique, transparent et incolore comme la colle de poisson ; car il ne renferme plus qu'une seule substance du même pouvoir réfringent, une fois qu'il est entièrement privé d'eau interposée. Si, avant qu'il en ait été entièrement dépouillé, on l'applique sur un moule, et qu'on l'y presse fortement, il en conserve la forme. Sa pesanteur spécifique est alors de 0,925, Le froid en augmente la consistance, sans le rendre cassant ; la chaleur lui rend son élasticité et sa mollesse. Il est insoluble dans l'eau même bouillante, laquelle se blanchit seulement un peu sur les bords ; cependant il s'imbibe d'eau et y augmente de volume. A froid il acquiert jusqu'à 30 fois son volume dans l'huile de pétrole rectifiée, il s'y dissout en totalité à chaud ; il est insoluble dans l'alcool ; l'éther le dissout ; l'alcool le précipite de la dissolution éthérée ; la solution est incolore, mais il se dépose au fond la suie et les autres impuretés qui se trouvaient mélangées avec le caoutchouc. Il se dissout dans les huiles empyreumatiques rectifiées, dans les huiles grasses ; il fond à 120° et peut alors supporter sans se décomposer une température plus élevée ; on peut l'étendre ainsi sur les surfaces des corps, mais il n'y durcit qu'au bout de quelques années. Il est peu soluble dans l'alcool après avoir été fondu, ou dans les dissolutions d'alcali caustique.

Le *caoutchouc purifié* fournit à la distillation une huile empyreumatique et des gaz ; mais les chimistes n'ont pas remarqué qu'il laissât dégager ni acide carbonique, ni eau, ni ammoniaque. Le *caoutchouc brut*, dans les mêmes circonstances, donne à la distillation, de l'eau, du gaz acide carbonique, de l'ammoniaque. Le caoutchouc est inaltérable à l'air, dans le chlore ; l'acide sulfureux, l'acide hydrochlorique, l'ammoniaque, le gaz silicofluorique, etc., ne l'attaquent pas, ce qui permet de l'employer à réunir les tubes de verre par un tube élastique. D'après Faraday, le suc d'où l'on tire le caoutchouc renferme sur 100 parties : 31,7 de caoutchouc, 1,9 d'albumine végétale et des traces de cire, 7,13 d'une substance azotée, amère, soluble, avec une couleur brune, dans l'alcool et dans l'eau, précipitable par le nitrate de plomb, 2,9 d'une substance insoluble dans l'eau, mais soluble dans l'alcool, et 56,37 d'eau, contenant en dissolution un acide libre qui précipite le nitrate de plomb, et colore en vert les sels ferriques. Il est impossible de ne pas voir dans les divers lots de cette analyse (3565), les mêmes substances mélangées en variables proportions, et rendues souvent solubles également dans l'eau et dans l'alcool, à la faveur d'un même menstrue acide. D'après les expériences de Faraday et Ure, le caoutchouc aurait à peu près la même composition élémentaire que l'essence de térébenthine, 87,5 de carbone, et 12,5 d'hydrogène, sans aucune trace d'oxygène. Mais ce résultat mérite confirmation ; les analyses de Ure s'éloignent trop en général de celles des autres chimistes, pour qu'il ne soit pas possible de soupçonner que 3 à 4 d'oxygène sur 100 n'aient pu lui échapper.

3951. En comparant, avec ce qui précède, l'alinéa 3182, dans lequel nous avons tout aussi longuement décrit l'histoire des modifications successives et des caractères d'un mélange d'huile et de sucre exposé à l'air, on n'aura pas beaucoup de peine à concevoir la théorie et l'analogie du caoutchouc, et à se convaincre qu'en mélangeant ensemble une huile essentielle avec du sucre, un acide organique ou un sel ammoniacal et de l'albumine, on pourrait parvenir à produire un caoutchouc doué des principales qualités du caoutchouc naturel ; or comme rien n'est plus commun qu'un tel mélange dans la nature végé-

tale, il s'ensuit que la liste des arbres, dont la séve donne un caoutchouc, n'est pas arrêtée à ceux que nous avons énumérés plus haut, et qu'on en trouvera des quantités plus ou moins appréciables dans la plupart de nos plantes indigènes.

3952. En effet, le mélange d'huile de colza et de sucre acquiert avec le temps une consistance gluante; et étendu sur les surfaces il acquiert en trois mois une dureté qui imite celle du vernis, et si le sucre est en petite proportion dans le mélange, ce vernis est inattaquable par l'eau. L'alcool même bouillant ne le dissout qu'en partie, et la portion respectée par l'alcool se dissout en partie dans l'éther, d'où elle se dépose par évaporation, sous forme gluante, qui ensuite ne se prend plus aux doigts et offre tous les caractères physiques du gluten. Ce caoutchouc déposé dans l'ammoniaque liquide a cédé, à ce menstrue, une portion de sa substance, et l'autre y a blanchi et s'y est gonflée. Par évaporation l'ammoniaque a déposé, sur le porte-objet du microscope, une couche de gouttelettes oléagineuses, de beaux globules et des cristaux entièrement semblables à ceux du vinaigre (3319). La portion redissoute ressemblait au gluten fraîchement malaxé, elle ne se prenait pas aux doigts; elle brunissait à l'air, et avait, à s'y méprendre, l'odeur de la farine malaxée sous un filet d'eau (1250). Déposés dans l'eau, les grumeaux de ce gluten artificiel ne donnaient pas les moindres signes d'alcalinité, après vingt-quatre heures de séjour dans le liquide; et cependant il suffisait de concentrer sur un morceau sorti de l'eau et de la grosseur d'un pois, les rayons solaires, au moyen d'une lentille, pour en dégager une fumée qui ramenait immédiatement au bleu le tournesol rougi par un acide; par la dessiccation, le papier réactif reprenait sa couleur rouge; mais si l'on continuait à le laisser exposé, imbibé d'eau, à la fumée produite par la concentration des rayons solaires, le papier redevenait de nouveau bleu, coloration qu'il a conservée, même après complète dessiccation. Un fragment de ce gluten insoluble dans l'eau s'est désagrégé dans la potasse concentrée, et après quarante-huit heures tout s'était dissous à l'œil nu; mais au microscope, cette dissolution laiteuse apparaissait avec les caractères d'une suspension de parcelles savonneuses; étendue de cent fois environ son volume d'eau, l'opacité du liquide s'est affaiblie, mais n'a pas disparu complétement. L'acide sulfurique en a dégagé des bulles, et a précipité la substance oléagineuse en superbes globes, d'abord jaunes et ensuite rouges (3167) opalins, et ayant en diamètre depuis 1/50 jusqu'à 1/5 de millimètre (pl. 17, fig. 29).

3953. Nous avons donc retrouvé, dans un simple mélange fort peu compliqué, d'huile, de sucre et d'ammoniaque, d'abord tous les caractères du gluten (1227), et ensuite un assez grand nombre de ceux du caoutchouc; et nous avons rendu plus que probable, qu'en employant au mélange une huile volatile au lieu d'une huile essentielle, nous serions arrivé à reproduire une identité complète.

3954. L'industrie a, depuis plusieurs années, tiré les partis les plus heureux de l'emploi du caoutchouc. On en forme, pour réunir et couder les tubes de verre d'une manière flexible, des tubes élastiques, en rapprochant les bords rafraîchis au ciseau d'une bande de caoutchouc légèrement chauffé. La gomme élastique ordinaire sert à nettoyer le papier et à effacer les marques du crayon à la mine de plomb. En ramollissant les poires de caoutchouc dans l'eau bouillante, ou mieux encore dans de l'éther qui renferme de l'alcool, et puis les distendant d'air, on leur donne une capacité qui permet de les employer à la conservation des gaz. La dissolution éthérée sert à fabriquer des cathéters, des tubes flexibles pour les besoins de la chirurgie; on emploie à cet effet encore le suc laiteux tel qu'il nous est expédié dans des flacons, que l'on applique sur des moules de plâtre légèrement cuit au feu. Le plâtre absorbe l'eau, et le caoutchouc se prend en une masse de la forme extérieure du moule. C'est par les mêmes procédés qu'on prépare les toiles vernies au caoutchouc, les dessus de table, que l'industrie est parvenue à livrer à des prix si modérés, après en avoir porté la fabrication à un si haut point de perfection, sous le triple rapport de la solidité, de la flexibilité et de l'élégance des dessins. Dans le principe, afin d'obtenir des tissus imperméables, on plaçait entre deux toiles une dissolution de caoutchouc dans l'huile empyreumatique et purifiée de charbon de terre, et on desséchait après avoit fait passer la toile au laminoir de deux cylindres. Les selliers et bourreliers recouvrent d'un vernis noir les pièces de fer des attelages, au moyen d'une dissolution potassique de caoutchouc. Enfin nous avons vu de belles boules élastiques de couleur pourpre, qu'on enfile comme des perles, et qui servent de collier aux négresses: ce sont des boules perforées de caoutchouc coloré en rouge avec de l'ambre.

3955. Il nous paraît probable que le vernis naturel avec lequel les Indiens de la province de

*los Pastos* rendent leur bois imperméable à l'eau, n'est que le suc du caoutchouc à un état beaucoup plus frais qu'il ne nous arrive en Europe ; il ressemble à un gluten frais. Les Chinois possèdent aussi un vernis naturel qui est un mélange de résine, d'huile essentielle et d'acide benzoïque. Peut-être les reproduirions-nous en France, en mélangeant de la résine, de l'huile essentielle et de l'acide acétique très-concentré.

3956. GLU. — S'il est une de nos substances indigènes qui offre de l'analogie avec le caoutchouc, c'est certainement la glu que l'on retire des baies du guy (*viscum album*). Gluante et poisseuse, elle se dissout dans l'éther sulfurique et nitrique, mais ni dans l'alcool, ni dans l'éther acétique, ni dans l'eau ; et si on la mélange avec du sucre ou autre substance albumineuse acide, elle finit par ne plus poisser les doigts et par offrir l'élasticité du caoutchouc (1397).

3957. VERNIS. — L'art a imité, par des mélanges assez compliqués, les vernis que nous fournit la nature. On en distingue de trois espèces : le *vernis à l'alcool*, le *vernis à l'essence*, et le *vernis gras* ; celui-ci ne sèche qu'au bout de quelque temps, les deux premiers presque sur l'instant.

3958. Le *vernis à l'alcool* est un mélange de mastic pur, de sandaraque en poudre fine ou de résine animé, de résine élémi, de camphre, de gomme laque en écailles, de térébenthine de Venise très-claire, dissous à chaud dans l'alcool, en ayant soin de déposer au fond du vase du verre pilé, afin de faciliter la dissolution à une moindre température et de diviser davantage le mélange.

3959. Tingry donne les proportions suivantes :

| | 1er | 2e | 3e | 4e | 5e |
|---|---|---|---|---|---|
| Alcool concentré. | 32 | 32 | 64 | 60 | 80 |
| Mastic pur. | 0 | 3 | 0 | 0 | 4 |
| Sandaraque. | 3 | 6 | 12 | 4 | 8 |
| Résine animé. | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| Résine élémi. | 0 | 1 | 4 | 0 | 0 |
| Camphre. | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| Gomme laque en écailles. | 0 | 0 | 0 | 7 | 8 |
| Térébenthine de Venise très-claire. | 3 | 1/4 | 0 | 1 | 0 |
| Verre pilé grossièrement. | 4 | 4 | 4 | 4 | 0 |

Les nombres des trois premières colonnes donnent les vernis les plus limpides et ceux qui servent à vernir les objets de toilette, boîtes, couvertures de livres, cartons, etc. ; le quatrième est très-bon, mais coloré ; le cinquième ne s'étend que sur le cuivre jaune, chauffé sur un gril avant et après le vernissage.

3960. Le *vernis à l'essence* est composé de 12 parties de mastic pur en poudre, de 1 et demie de térébenthine pure, d'une demie de camphre en morceaux, de 5 de verre blanc pilé, et de 36 d'essence de térébenthine rectifiée, dans laquelle on opère la dissolution à chaud.

3961. Pour le *vernis gras*, on prend 61 parties de copal, que l'on fait fondre dans un matras à une chaleur convenable ; on y verse alors 8 parties d'huile de lin ou d'œillette lithargyrée bouillante ; on remue ; et lorsque la température est descendue à 80° ou 60°, on ajoute au mélange 16 parties d'essence de térébenthine chaude ; on passe dans un linge, et on conserve le vernis dans une bouteille bouchée, mais à large ouverture. Ce vernis s'applique sur les voitures, le fer, le laiton, le cuivre, les ustensiles de fer-blanc.

3962. On colore tous ces vernis en rouge par le carthame, la cochenille, l'orcanette, le sang dragon, le santal ; en jaune par la gomme-gutte, le safran ; en vert par l'acétate de cuivre.

---

## TROISIÈME GENRE.

## GOMMES-RÉSINES.

3963. Les gommes-résines sont, ainsi que l'indique leur nom, un mélange brut, en proportions variables, d'huiles volatiles, de substances gommeuses et de substances résineuses, et de quelques autres produits organiques qui découlent avec elles des vaisseaux incisés de la plante qui les produit (3102). Nous ne reviendrons pas sur ce que nous avons dit relativement au mode dont s'opèrent les mélanges, et il nous suffira de présenter les caractères des principales d'entre elles. Nous ne croyons pas devoir transcrire ici les nombres par lesquels les auteurs d'analyses ont déterminé les proportions des substances dont ils signalent l'existence dans les gommes-résines. Il suffit d'examiner comparativement les analyses de la même substance faites par des auteurs différents, pour se faire une idée du peu de confiance que ces sortes de résultats peuvent inspirer. La gomme-résine de l'aloès, par exemple, renferme, d'après Trommsdorff, 75 sur 100 d'un principe savonneux amer, tandis que, d'après Bouillon-Lagrange et Vogel, elle renferme 68 pour 100 d'extractif, etc. On s'expliquera facilement cette

discordance, en se rappelant ce que nous avons eu déjà bien des fois l'occasion de faire observer relativement à l'analyse des mélanges.

3964. GOMME-LAQUE. — C'est une séve cellulaire (3333) que les piqûres du *coccus lacca* font suinter des jeunes rameaux de plusieurs arbres des Indes orientales, tels que les *Ficus indica* et *religiosa*, *Rhamnus jujuba*, *Croton cocciferum*. On en trouve trois espèces dans le commerce : la LAQUE EN BATONS (*stick lac*), ou laque adhérant à l'écorce des branches; LAQUE EN GRAINS (*seed lac*), ou laque détachée des branches, et que l'on a fait bouillir dans une dissolution de carbonate de soude; LAQUE EN PLAQUES OU EN ÉCAILLES (*stell lac*), laque fondue, passée à travers une toile, et coulée sur une tige de bananier ou sur une pierre plate. La couleur en est variable, *blonde*, *rouge* ou *brune*. D'après Hatchett, elle renfermerait 90,5 de résine, 0,5 de matière colorante, 4,0 de cire, et 2,8 de gluten. Dans la cire rouge à cacheter et de bonne qualité, il entre 48 parties de laque en écailles, 19 de térébenthine de Venise, 1 de baume du Pérou, le tout fondu avec 32 parties de vermillon, et jeté dans un moule de laiton. Dans la cire commune à cacheter, la laque est remplacée par la colophane, et le vermillon par un mélange de minium et de craie. On remplace le vermillon par le cobalt pour la cire bleue, par le vert de montagne ou de cuivre pour la cire verte, par le chromate de potasse pour la cire jaune, et par le noir d'os bien lavé pour la cire noire.

3965. EUPHORBE. — Extraite, par incision, de l'*Euphorbia officinarum*; elle nous vient d'Égypte en larmes jaunâtres, inodores, friables, âcres et caustiques, irritant violemment l'odorat, lorsqu'elle est en poudre.

3966. GALBANUM. — Extraite, par incision et évaporation, du suc du collet de la racine du *Bubon galbanum*. Elle nous vient de l'Éthiopie en masses peu fragiles, roussâtres, opaques, d'une odeur forte, d'une saveur âcre et amère.

3967. GOMME-GUTTE. — Extraite, par incision, du *Cambogia gutta*; elle nous vient des Indes orientales en masses d'un jaune brun à l'extérieur, et d'un jaune rougeâtre à l'intérieur, opaques, inodores, d'une cassure vitreuse, insipides d'abord, puis âcres et amères; employée comme couleur jaune pour les lavis.

3968. MYRRHE. — Elle nous vient de l'Arabie, en larmes ou en grains de différentes grosseurs, roussâtres et d'un jaune brun, plus ou moins transparents, à cassure vitreuse, d'une odeur agréable, d'une saveur âcre et amère.

3969. OLIBAN, ENCENS ANTIQUE. — Extraite, par incision, du *Juniperus Lycia*, et d'après d'autres auteurs de la *Boswelia serrata*; nous vient de l'Afrique et de l'Arabie en masses ou en larmes plus ou moins transparentes, jaunâtres, fragiles, d'une saveur amère et nauséabonde, qui répandent en brûlant une odeur agréable.

3970. ASSA FOETIDA. — Séve gommo-résineuse extraite par incision de la racine du *Ferula assa fœtida*, qui nous arrive en larmes, mais le plus souvent en masses d'un brun rougeâtre parsemé de larmes limpides, d'une saveur amère et d'une odeur alliacée, qui les fait rechercher, par les Orientaux des climats brûlants, comme condiments (3662), mais qui nous paraît repoussante, à nous habitants du Nord.

3971. GOMME AMMONIAQUE. — Extraite par incision de la racine d'une ombellifère inconnue, originaire, d'après Don, de la Perse ou du Chorasan, et dont l'auteur propose de faire, sous le nom de *Dorema*, un genre voisin des *Ferula* et de l'*Opoponax*; elle nous vient des Indes orientales, en morceaux d'un blanc jaunâtre, transparents, friables, d'une odeur désagréable, d'une saveur légèrement âcre et amère. A la distillation sèche, elle fournit, sans se fondre, du gaz acide carbonique, une eau acidule contenant de l'ammoniaque, des huiles diverses, de l'hydrogène carboné, et laisse force cendres.

3972. OPOPONAX. — Extraite, par incision, de la racine du *Pastinaca opoponax*; elle nous vient du Levant en larmes ou en grains, d'une odeur désagréable, d'une saveur âcre et amère, friables, rougeâtres à l'extérieur, d'un blanc sale à l'intérieur.

3973. SCAMMONÉE. — Extraite du *Convolvulus scammonea*; celle qui nous vient d'Alep est d'un gris cendré, légère, friable, brillante; celle qui nous vient de Smyrne est noire, plus pesante, moins friable que la première, et beaucoup moins estimée.

3974. ALOÈS. — De l'*Aloe soccotrina*. On en

distingue trois espèces : l'aloès soccotrin, l'aloès hépatique et l'aloès caballin, employés les deux premiers en médecine, et le troisième en médecine vétérinaire. L'aloès soccotrin est d'un rouge brunâtre, demi-transparent, friable, d'une saveur très-amère et d'une odeur nauséabonde. L'aloès hépatique est d'une couleur plus foncée et moins brillante que celle du précédent. L'aloès caballin est bien moins pur que les deux premiers.

## QUATRIÈME GROUPE.

### SUBSTANCES ORGANIQUES (878).

3975. Substances qui émanent 1° plus ou moins directement de l'élaboration des organes, mais qui ne sont point aptes à former l'élément organique des tissus, au développement desquels elles concourent, soit en saturant les bases désorganisatrices, soit en éliminant, par voie de double décomposition, les éléments organisateurs; pour être rejetées ensuite au dehors, par exhalation ou excrétion, une fois que leur influence est éteinte et que leur action est terminée ; 2° de la décomposition spontanée ou artificielle des mêmes organes, et revêtent alors des caractères qui les rendent inutiles, nuisibles ou funestes à l'organisation. Nous les partagerons donc en deux sections principales : en *produits de l'organisation*, et *produits de la désorganisation*.

## PREMIÈRE SECTION.

### PRODUITS DE L'ORGANISATION.

### PREMIER GENRE.

### ACIDES NON AZOTÉS.

3976. Ces acides, fixes ou volatils, se trouvent libres ou combinés avec des bases ; nous ne nous occuperons de leurs combinaisons que dans la deuxième classe du système ; ici nous ne devons traiter que de leur formation, de leurs caractères et de leurs transformations.

3977. « Le nombre des acides organiques, disions-nous dans la première édition de cet ouvrage, s'est multiplié depuis plusieurs années, de manière à faire présager que, par suite de la direction imprimée à l'analyse végétale, par exemple, bientôt chaque espèce de plante finira par avoir son acide particulier. Certaines rétractations obligées (*) n'ont pas ralenti l'ardeur de nos analystes novateurs, et la liste de ces équivoques produits reste encore ouverte à quiconque veut s'y faire inscrire. Mais ce que nous avons dit, dans divers endroits de cet ouvrage, au sujet des caractères illusoires, qu'un mélange de substances connues est capable de prêter à un acide déjà connu, se représente avec plus de force encore, quand il s'agit du mélange possible des acides entre eux; et peut-être trouvera-t-on un jour que les acides organiques les plus généralement admis ne sont qu'un mélange de deux acides voisins sur la liste. Il arrive en effet un point d'association moléculaire, où les réactifs, qui agissent isolément sur chaque élément du mélange réduit à lui-même, sont impuissants pour en déceler la présence, quand il se trouve associé à un autre élément. L'acide acétique refuse de s'évaporer, quand il est intimement uni à la portion la moins phosphatée de l'albumine (3375), et l'albumine refuse de se coaguler par l'alcool, quand elle est unie, dans une certaine proportion, avec l'acide acétique (1535). En conséquence, l'alliance d'une résine (3919), d'une huile grasse (3719), d'une huile essentielle, de la gomme (3099) du gluten (1227) avec un acide connu, suffira pour déjouer l'action des réactifs ordinaires, et pour communiquer à un mélange les caractères les plus illusoires d'un acide nouveau. Il est encore une autre source d'illusions d'autant plus féconde que jamais l'analyse élémentaire n'a pris soin de s'en occuper ; je veux parler des bases terreuses ou métalliques, etc., qui sont capables de se combiner en faible proportion avec un acide quelconque. »

3978. Ces idées ont remué l'esprit des chimistes ; les uns les ont adoptées, les autres ont cherché à les tourner ou à les traduire en d'autres termes ; Pelouze en fit l'application à la théorie des acides, que les chimistes appellent pyrogénés, et il pensa en avoir trouvé la loi générale dans la formule suivante : « Un acide pyrogéné quelconque, plus une certaine quantité d'eau et d'acide carbonique, ou l'un seulement de ces deux composés binaires, représente toujours la composition de l'acide qui l'a produit. » Cette loi, déjà trop compliquée pour

(*) On se rappelle encore sans doute le rapport pompeux de Pelletier à la section académique de pharmacie, sur la découverte de l'acide *codéique*, qui le lendemain se trouva n'être que de l'acide hydrochlorique, dont l'auteur et le rapporteur avaient perdu les traces, ainsi que le leur démontra Robiquet.

être une loi générale, ne laisse cependant pas que d'offrir de nombreuses exceptions; et, outre l'eau et l'acide carbonique, la formation de ces acides ne laisse pas souvent que de laisser un charbon volumineux, et d'être accompagnée d'un dégagement d'huile empyreumatique; aussi à chaque acide il a fallu une dissertation spéciale pour faire concorder la loi avec les faits observés. C'est que les acides sont des mélanges plus variables que ne l'a pensé l'auteur, et que partant la loi de leur formation est beaucoup plus simple que la sienne; elle a pour formule un seul mot : *mélange*, et elle s'applique à tous les acides fixes ou pyrogénés. Et ici nous ne parlerons pas de ces mélanges grossiers, dont nous croyons avoir fait suffisamment justice, en nous occupant des prétendus acides *ulmique* (1138), *subérique* (1125), *lactique* (3575), *mucique* (3105), *nitro-leucique* (1587), etc. Nous ne parlerons pas non plus des acides gras (3787), qu'avec une larme d'acide acétique et la première graisse venue nous pouvons reproduire de toutes pièces, de manière à tromper la sagacité du chimiste le plus expérimenté sur le sujet en question; ces acides ne tiennent plus à la chimie que par le stéréotypage des livres universitaires. Mais en nous arrêtant à la liste des acides plus constants dans leurs caractères, et plus cachés dans leur origine, il nous sera facile aujourd'hui de faire comprendre, comment, avec un seul, on peut les créer les uns après les autres, en les combinant avec l'une ou l'autre des substances que nous avons décrites dans les trois groupes précédents de cette classification. Pour que la démonstration soit complète, il faut qu'elle s'applique avec un égal succès et à la *composition élémentaire* et aux *réactions* de chacun de ces acides. Nous la diviserons en conséquence en deux paragraphes distincts.

## I. TABLEAU COMPARATIF DE LA COMPOSITION ÉLÉMENTAIRE DES PRINCIPAUX ACIDES.

| 3972. Acides. | Carbone. | Oxyg. | Hydrog. | Auteurs de l'analyse. | Formules classiques. |
|---|---|---|---|---|---|
| Carbonique . . . | 27,360. | 72,640. | . . . . | Saussure. . . . . . | $=CO$. |
| | 27,670. | 72,330. | . . . . | Thénard . . . . . . | |
| Acétique . . . . . | 50,224. | 44,147. | 5,629. | Gay-Lussac et Th. | $=C^8H^6O^3$. |
| | 47,536. | 46,642. | 5,822. | Berzélius. . . . . | |
| | 46,830. | 46,820. | 5,350. | | |
| Quinique . . . . | 46,193. | 47,706. | 6,100. | Liebig . . . . . . . | $=C^{30}H^{24}O^{12}$. |
| Formique . . . . | 32,850. | 64,470. | 2,680. | Berzélius. . . . . . | $=C^4H^2O^3$. |
| Oxalique hydraté. | 26,566. | 70,689. | 2,745. | Gay-Lussac et Th. | $=C^4H^3O^4$. |
| | 33,222. | 66,534. | 0,244. | Berzélius. . . . . | |
| Oxalique anhydre. | 33,760. | 66,240. | . . . . | Berzélius. . . . . | $=C^4O^3$. |
| Malique. . . . . . . | 28,300. | 54,900. | 16,800. | Vauquelin (3502*). | $=C^{10}H^4O^5$. |
| | 28,952. | 66,429. | 4,619. | Frombertz. . . . . | |
| | 40,680. | 54,240. | 5,080. | Proust. . . . . . . | |
| | 41,840. | 54,740. | 3,420. | Liebig . . . . . . . | |
| Maléique . . . . . . | 41,840. | 54,750. | 3,410. | Pelouze . . . . . . | $=C^8H^2O^3$. |
| Tartrique. . . . . | 24,050. | 69,331. | 6,629. | Gay-Lussac et Th. | $=C^8H^4O^5$. |
| | 36,110. | 59,910. | 4,970. | Berzélius. . . . . . | |
| Pyrotartrique. . . | 46,00 . | 48,040. | 5,950. | Pelouze. . . . . . | |
| Citrique . . . . . | 33,811. | 59,859. | 6,330. | Gay-Lussac et Th. | $=C^8H^4O^4$. |
| | 41,400. | 54,960. | 3,640. | Berzélius. . . . . . | |
| | 24,280. | 61,910. | 3,810. | Proust . . . . . . . | |
| Pyrocitrique . . | 54,07 . | 42,600. | 3,530. | Dumas . . . . . . . | $=C^{10}H^4O^3$. |
| Tannique . . . . | 51,560. | 44,240. | 4,200. | Pelouze . . . . . . | $=C^{36}H^{18}O^{12}$. |
| Gallique . . . . . | 57,080. | 37,820. | 5,030. | Berzélius. . . . . . | $=C^{14}H^6O^5$. |
| | 49,890. | 46,620. | 3,490. | Pelouze . . . . . . | |
| Pyrogallique. . . | 57,610. | 37,690. | 4,700. | Pelouze . . . . . . | $=C^{12}H^6O^3$. |
| Méconique. . . . | 42,460. | 55,561. | 1,979. | Liebig . . . . . . . | |
| Camphorique . . | 56,167. | 36,852. | 6,981. | Liebig . . . . . . . | $=C^{20}H^{15}O^5$. |
| Benzoïque . . . . | 75,360. | 19,720. | 4,920. | Berzélius. . . . . . | $=C^{28}H^{10}O^3$. |
| | 66,740. | 28,320. | 4,960. | Ure . . . . . . . . . | |
| | 74,378. | 21,035. | 4,567. | Wohler et Liebig . | |
| Succinique. . . . | 48,480. | 47,560. | 3,960. | Berzélius. . . . . . | $=C^8H^4O^3$. |
| Mucique! (3105) | 33,690. | 62,690. | 3,620. | Gay-Lussac et Th. | $=C^{12}H^{10}O^8$. |
| | 34,720. | 60,560. | 4,720. | Berzélius. . . . . . | |

3980. Ce qui frappe d'abord les regards à l'inspection du tableau ci-dessus, c'est la divergence qui ne manque jamais d'exister entre deux analyses de la même substance faites par deux auteurs différents, et souvent par le même auteur. Par exemple, l'acide acétique analysé par Gay-Lussac diffère plus encore de l'acide acétique analysé par Berzélius, que de l'acide tannique analysé par Pelouze. L'acide tartrique, analysé par Gay-Lussac, diffère encore plus de l'acide tartrique analysé par Berzélius, que de l'acide malique analysé par Fromhertz. Quelle différence énorme entre l'acide malique de Vauquelin et Fromhertz d'un côté, et le même acide de Proust et Liebig! L'analyse de l'acide malique de Liebig présente exactemen les mêmes nombres que celle de l'acide citrique par Berzélius. L'analyse de l'acide succinique par Berzélius présente presque les mêmes chiffres que l'analyse de l'acide gallique par Pelouze, qui n'offre pas la moindre analogie avec celle de l'acide gallique opérée par Berzélius. C'est sans doute pour épargner aux élèves une aussi fâcheuse impression, que la dernière édition de Thénard a pris soin de ne citer qu'une seule analyse de chaque acide, que l'auteur a choisie au gré de sa volonté.

3981. Et malgré cette énorme divergence entre les résultats positifs de l'expérience, la composition élémentaire de chaque acide ne laisse pas que d'être représentée par une formule précise, et invariable au même titre qu'une ordonnance universitaire; car, lorsqu'on veut se permettre de la déduire des nombres obtenus, on trouve qu'elle varie, non-seulement d'après l'analyse que l'on choisit de préférence, mais encore d'après le *coup de pouce* qu'on est toujours forcé de donner d'un côté ou d'un autre.

3982. Quand ensuite on a obtenu une formule, on peut prendre à volonté un multiple ou un autre des exposants, et transformer la formule $C^{10} H^4 O^5$ en celles-ci : $C^{20} H^8 O^{10}$, $C^{30} H^{12} O^{15}$, $C^{100} H^{40} O^{50}$, $C^{130} H^{52} O^{65}$, etc., sans qu'elles cessent de représenter la composition élémentaire de l'acide auquel convient la première; en sorte que la même substance peut être représentée comme résultant de la combinaison de 19, ou de 38, ou de 57, ou de 190, ou de 247 atomes, sans perdre la moindre de ses propriétés intrinsèques, le moindre de ses caractères physiques et cristallographiques, la moindre de ses réactions. Non; ces manières de voir ne sont en aucun point conformes aux lois de la nature, qui n'a pas plusieurs moules pour la même forme, ni plusieurs genres de combinaisons pour créer la même substance. Enfin, avant d'adopter une formule, il serait logique d'arriver préalablement à des éléments invariables, à des résultats que l'expérience reproduisît à chaque essai nouveau.

3983. Laissant donc de côté ces combinaisons de lettres qui s'accrochent au hasard, comme les atomes d'Épicure, et n'ayant égard qu'aux nombres qui représentent les poids des produits éliminés, voyons s'il ne nous serait pas possible, par le mélange fait de toutes pièces de l'un de ces acides[1] avec une substance quelconque déjà connue et qu se dégage en même temps que lui, d'obtenir les nombres élémentaires que l'analyse trouve pour caractériser les autres.

3984. Prenons à ce sujet l'acide le moins compliqué de tous, l'acide binaire par excellence, celui qu'aspirent et qu'exhalent les tissus qui se développent, qui se dégage avec des caractères invariables quand il est parfaitement isolé, et que le chimiste ne le fait pas passer par la filière de ses procédés toujours suspects et souvent convaincus d'altérer les produits au passage; l'acide organisateur, l'acide pour ainsi dire atmosphérique, et générateur de tout le règne organisé, l'acide carbonique.

3985. Que l'on demande à un chimiste de faire l'analyse d'un mélange d'huile essentielle non oxygénée ou hydrogène carboné oléagineux, et d'acide carbonique. On sait que l'huile essentielle de térébenthine peut en absorber deux fois son volume, lorsqu'on la laisse en contact avec ce gaz, pendant quelque temps à la température ordinaire; la compression et l'élévation de température sont dans le cas de porter bien plus haut encore le chiffre de la quantité absorbée.

Soit donc un mélange de deux parties en poids d'acide carbonique et une partie d'huile essentielle composée de carbone 85, et hydrogène 15; 100 parties d'un pareil mélange seront composées de la manière suivante, en nombres ronds (257).

| | Carb. | Oxyg. | Hydrog. |
|---|---|---|---|
| 2 parties d'acide carbonique. | 18 | 48 | |
| 1 partie d'huile essentielle. | 28 | | 5 |
| | — | — | — |
| | 46 | 48 | 5 |

Or ce mélange possède ainsi la composition élémentaire de l'*acide acétique* de Berzélius, de l'*acide pyrotartrique* de Pelouze, de l'*acide quinique* de Liebig.

3986. Un mélange dissous dans l'eau ou autre menstrue, et composé de :

| | Carb. | Oxyg. |
|---|---|---|
| 2 parties d'acide carbonique. | 18 | 48 |
| 1 partie d'oxyde de carbone. | 14 | 19 |
| | — | — |
| donnera à l'analyse élément. | 32 | 67 |

résultat qui s'accorde, aussi bien qu'il est possible de le désirer, avec l'analyse de l'*acide oxalique* par Berzélius.

3987. Un mélange de :

| | Carb. | Oxyg. | Hydrog. |
|---|---|---|---|
| 2 parties de camphre. | 50 | 10 | 6 |
| 1 partie d'acide carb. | 9 | 24 | |
| | — | — | — |
| donnera à l'anal. élément. | 59 | 34 | 6 |

nombres qui se rapprochent encore plus de l'analyse de l'acide gallique de Berzélius et de l'acide camphorique de Liebig, que l'analyse de l'acide gallique de Berzélius ne se rapproche de celle du même acide par Liebig.

3988. Un mélange de :

| | Carb. | Oxyg. | Hydr. |
|---|---|---|---|
| 1 partie d'essence de lavande. | 25 | 4,5 | 3 |
| 2 parties d'acide carbonique. | 18 | 48,5 | |
| | — | —— | — |
| | 43 | 53 | 3 |

nombres qui se rapprochent autant de ceux de l'analyse de l'acide malique par Berzélius, que de celle de l'acide citrique du même.

3989. Soumettez, à l'analyse élémentaire, une combinaison de deux parties d'acide carbonique et d'alcool, vous aurez en produits : carbone 35,5, oxygène 60, hydrogène 4,5, nombres voisins de ceux de l'analyse de l'acide citrique par Gay-Lussac.

3990. Enfin, si on voulait continuer, la plume à la main, ces combinaisons de nombres, il n'est pas une analyse contenue dans le tableau ci-dessus, que l'on ne fût en état de reproduire, par l'association de l'acide carbonique avec un hydrogène carboné.

Et que serait-ce si nous tenions compte ensuite des mélanges plus compliqués, de l'association d'un acide avec le sucre, avec le gluten, avec l'albumine, enfin avec une quantité de sels et même de base incapable d'en saturer l'acidité ; nous obtiendrions à l'analyse élémentaire des nombres encore plus piquants d'analogie. Nous n'avons même laissé, sur la liste des analyses ci-dessus, l'acide mucique, qui n'est qu'un oxalate acide de chaux (3105), que pour faire comprendre, d'un coup d'œil, dans quelles limites une combinaison terreuse est en état de modifier l'analyse élémentaire de l'acide oxalique.

3991. Or, de pareils mélanges, nous les voyons s'opérer tous les jours sous nos yeux, dans la nature et dans le laboratoire ; nous les laissons de côté, quand nous les avons vus se former, et une fois que nous avons suivi pas à pas les traces de la combinaison. Nous les soumettrions sérieusement à l'analyse, comme des substances simples et immédiates, s'ils se présentaient à nous, combinés à notre insu. Nous savons que l'huile essentielle est capable d'absorber jusqu'à deux fois son volume de gaz acide carbonique ; et nous n'avons pas voulu pousser plus loin l'étude de cette combinaison si peu compliquée, pour nous assurer si un pareil mélange ne revêtirait pas, d'après nos méthodes d'analyse, les caractères de tel ou tel acide inscrit d'un nom particulier au catalogue. Nous ne procédons, en effet, dans l'étude de la nature, que par sauts et par bonds.

## § II. *Caractères et réactions des divers acides les mieux accrédités.*

3992. Au contraire de cette méthode, examinez d'abord, par la pensée, ce qui arriverait d'un tel mélange, si on le soumettait aux épreuves et contre-épreuves de l'analyse et de la manipulation. Prenons pour exemple une huile essentielle saturée d'acide carbonique ; on aura sous les yeux une substance oléagineuse liquide ou solide, mais qui rougira la teinture de tournesol, toutes les fois qu'elle aura été amenée à l'état liquide ; elle donnera, avec les bases, des sels qui n'auront aucun des caractères distinctifs des carbonates purs ; ces sels en effet seront modifiés par l'huile essentielle, comme l'acétate et le tartrate de potasse le sont par un mélange albumineux (3319). A la distillation, l'huile essentielle passera tout aussi bien que le gaz acide carbonique, et le liquide recueilli dans le récipient présentera les mêmes caractères que dans la cucurbite (195). Cet acide, en apparence *sui generis*, sera de cette manière rangé dans la classe des acides volatils. Si de plus l'huile essentielle s'était préalablement imprégnée d'autres substances étrangères, ce mélange se comporterait avec les réactifs, d'une manière aussi variable que le nombre et la nature de ces accessoires, et pourrait grossir ainsi la liste des acides d'une assez longue file de nouveaux noms. Étudions la liste des acides sous le point de vue de leurs réactions.

3993. ACIDE CARBONIQUE. — L'acide carbonique a précédé toute création organisée ; car nul être organisé ne saurait exister dans une atmosphère qui en serait privée entièrement ; le végétal ne se développant que du produit de sa décomposition ; et l'animal, alors même qu'il ne le décomposerait pas à son tour, l'exhalant à chaque instant de ses surfaces respiratoires. Combiné avec les bases et surtout avec la chaux, il forme une grande partie de la croûte du globe, et rentre pour une forte fraction dans la composition du sol arable. L'acide carbonique est un gaz plus pesant que l'air, (sa pesanteur spécifique = 1,5245) éteignant la lumière, asphyxiant avec spasmes les animaux, décomposé à la lumière par les plantes herbacées qui s'en assimilent le carbone et en exhalent l'oxygène. Faraday était parvenu à le liquéfier à la température de 0 et sous la pression de 40 atmosphères; Thilorier vient de l'obtenir cristallisé, en le dégageant par l'acide sulfurique, dans des vases entièrement clos et tenus à une basse température. Il résiste à la plus haute température possible, mais se décompose à la chaleur rouge, par l'hydrogène, en eau et oxyde de carbone, et, par le carbone, en oxyde de carbone. L'eau en dissout à peu près son volume à la température ordinaire ; par la compression, on peut imprégner l'eau et les liquides d'une quantité indéfinie de ce gaz, qui se dégage avec explosion et avec effervescence, dès que cesse la compression, et cela en raison de l'élévation de la température. Il forme avec la chaux, la baryte, la magnésie, le fer, le cuivre, etc., des sels insolubles ; avec la potasse, la soude, etc., des sels solubles, et avec l'ammoniaque un sel volatil. On l'obtient en traitant les carbonates fixes par l'acide sulfurique ou tout autre acide, ou bien par la combustion des substances organisées, et principalement par celle du bois dont il forme un des principaux produits.

3994. ACIDE OXALIQUE. — Se combinant en sels insolubles et en sels solubles et volatils, avec les mêmes bases que l'acide carbonique, on le trouve libre dans les poils de la capsule du pois chiche (*cicer arietinum*), et quelquefois cristallisé sur la surface de certains bolets, entre autres sur celle du *Boletus sulfureus;* combiné avec la potasse (*sel d'oseille* ou *oxalate acide*), dans le *rumex acetosella* et l'*oxalis acetosella ;* avec la chaux dans une foule de végétaux, et alors à l'état amorphe ou avec des caractères de cristallisation, que nous étudierons plus spécialement dans la deuxième classe du système.

3995. L'acide oxalique est soluble dans 10 parties d'eau à la température ordinaire, et dans 4 à 5 parties d'alcool bouillant ; il cristallise facilement en prismes à quatre pans tronqués sur les arêtes, et terminés par une pyramide tronquée ; ses cristaux décrépitent en se dissolvant dans l'eau ; ils renferment 16,58 pour 100 d'eau qu'ils perdent en s'effleurissant à l'air. Soumis à l'action du feu dans une cornue, il fond d'abord dans son eau de cristallisation, s'épaissit ; et à la température de 115°, il se partage en deux portions dont l'une se vaporise, et l'autre vient cristalliser au col de la cornue. La partie qui se vaporise est composée d'eau, de gaz oxyde de carbone, et de gaz acide carbonique. Si on fait passer l'acide oxalique dans un tube rouge, sa décomposition est totale et s'opère sans dépôt de charbon. Dissous dans 40 fois son poids d'acide sulfurique concentré, il se transforme en un mélange de parties égales d'acide carbonique et d'oxyde de carbone (3986). Sa tendance à s'unir à la chaux est telle, qu'il l'enlève même à l'acide sulfurique dans les sulfates ; aussi se sert-on de l'oxalate d'ammoniaque pour découvrir des traces de chaux dans un liquide.

3996. On le prépare, 1° en faisant réagir 3 parties d'acide nitrique sur une partie de fécule, de sucre ou autre substance végétale (3105) ; il se produit en même temps de l'eau, de l'acide carbonique, de l'azote, du deutoxyde d'azote, de l'acide nitreux, de l'acide acétique, de l'acide malique et de l'acide oxalique qui cristallise par le refroidissement ; 2° en décomposant à chaud l'oxalate de baryte par l'acide sulfurique étendu de 5 fois son poids d'eau, filtrant et évaporant le liquide qui renferme l'acide oxalique libre ; 3° en décomposant le sel d'oseille (oxalate acide de potasse) par l'acétate de plomb, dans 25 à 30 fois son poids d'eau, lavant le dépôt d'oxalate de plomb, le traitant dans une capsule par la moitié de son poids d'acide sulfurique concentré, étendu de 4 à 5 fois son poids d'eau, et puis élevant la température jusqu'à l'ébullition. L'acide sulfurique s'unit au plomb en un sel insoluble et dégage l'acide qui reste dissous dans l'eau. On le purifie de l'acide sulfurique par la litharge en poudre, puis de la litharge par un courant d'hydrogène sulfuré ; on filtre, et par une suffisante évaporation, on obtient l'acide cristallisé.

3997. Il n'est rien, dans tous ces caractères, qui se trouve en opposition avec la manière dont nous avons considéré l'origine de l'acide oxalique. Au contraire, la décomposition de cet acide par le feu prête à l'hypothèse les caractères d'un fait

positif, et l'acide oxalique peut être considéré comme une combinaison intime de deux parties d'acide carbonique, et une partie d'oxyde de carbone, qui, ainsi que l'eau de cristallisation, suffit pour prêter à l'acide carbonique une fixité et des caractères *suî generis*.

3998. Acide croconique. — Acide formé dans le laboratoire par la calcination du carbonate de potasse et du charbon, ou par l'action du potassium sur l'oxyde de carbone. Or la potasse a une telle affinité pour le carbone, qu'elle se carbonate, aux dépens de la première venue des substances organiques. L'analogie indique suffisamment que le croconate de potasse, ainsi dénommé par Gmelin, n'est qu'un carbonate de potasse combiné à l'oxyde de carbone, et un peu d'huile empyreumatique qui le jaunit; son analyse élémentaire a présenté 48,86 de carbone et 51,14 d'oxygène. L'acide croconique s'extrait en traitant le croconate de potasse par l'acide sulfurique et par l'alcool. Il est greñu, cristallin, pulvérulent, jaunâtre. Mais il demande une nouvelle étude, qui permette d'établir que cet acide n'est pas un de ces composés analogues à l'acide mucique (3105), un oxalate acide. Nous sommes presque sûr d'avance qu'on trouvera quelque chose de semblable. Nous en dirons autant de l'acide mellitique, que l'on n'a trouvé jusqu'à présent que combiné à l'alumine, dans les couches de bois fossile de la Thuringe et de la Suisse.

3999. Acide acétique. — L'acide acétique est l'acide le plus répandu, à l'état libre ou combiné, dans la nature organisée. On le trouve libre, dans certaines séves (3420), dans les produits de la sueur; il se dégage de la fermentation, dès que le gluten réagit sur l'alcool. On se le procure en grand, soit en distillant le vinaigre ou le vin aigri, soit en purifiant l'acide pyroligneux, soit en décomposant l'acétate de cuivre par le feu, soit en décomposant les acétates par l'acide sulfurique. Pour purifier l'acide pyroligneux qui est un mélange d'acide acétique et d'huile empyreumatique, on traite le liquide par la craie, puis par le sulfate de soude, et puis l'acétate de soude cristallisé par l'acide sulfurique; l'huile empyreumatique est entraînée par le précipité d'acétate de chaux qui se rassemble en écume dans le premier moment; on obtient ensuite l'acide acétique rectifié par la distillation. Lorsqu'on extrait l'acide acétique de l'acétate de cuivre, tout s'altère si l'on pousse trop le feu; une grande partie s'altère même lorsqu'on ne chauffe que modérément, et il se dégage, avec l'acide acétique, de l'acide carbonique, de l'eau, du carbure d'hydrogène gazeux, une petite quantité d'esprit pyro-acétique; et dans tous les cas l'acide acétique contient toujours une certaine quantité d'acétate de cuivre, corps fixe que la puissance de la vapeur a fait passer avec les corps volatils dans le récipient.

4000. L'acide acétique rectifié qu'on désignait autrefois sous le nom d'*acide acéteux*, ou acide moins oxygéné que dans le vinaigre; l'acide acétique est incolore, d'une odeur très-piquante, d'une saveur forte et caustique, rougissant fortement le tournesol, d'une pesanteur spécifique de 1,063 à la température de 15°,62; cristallisant à + 13° en une masse qui fond difficilement à 22°,5. Combiné avec l'eau, dans le rapport de 100 à 132, il ne change point de pesanteur spécifique, mais reste liquide à plusieurs degrés au-dessous de zéro. Sa pesanteur augmente avec les proportions d'eau, et dès l'instant du mélange, il y a toujours dégagement de calorique; il se combine avec les bases en sels toujours solubles, mais tantôt cristallisables et tantôt déliquescents. On a cru voir un phénomène inexplicable, et en opposition avec toutes les lois connues de l'affinité, en ce que l'acide acétique concentré ne rougit pas le tournesol et ne se combine pas avec les bases. C'est au contraire la conséquence inévitable des lois des combinaisons chimiques, qui n'ont lieu que par la voie humide. Des cristaux ne se combinent pas entre eux; il faut les dissoudre: il en est de même des liquides qui en sont arrivés à ce point de concentration qu'on est autorisé à les considérer comme anhydres. Placez le papier de tournesol sur le chromate acide de potasse cristallisé, vous n'observerez pas la moindre réaction; plongez-le dans une graisse acide arrivée à son plus grand état de concentration, quoique liquide, il en sera de même. Nous avons vu que l'acide sulfurique n'attaque immédiatement l'amidon que par l'intermède de l'eau (906).

4001. Lorsqu'on soumet à la distillation un acétate alcalin, il se dégage, non plus de l'acide acétique, mais une substance volatile, liquide, incolore, d'une saveur âcre et brûlante, d'une odeur pénétrante, d'une densité de 0,7921 à 18°; qui ne se congèle pas à — 15°, et bout à + 56° sous la pression de 76 cent.; soluble en toutes proportions dans l'eau, l'alcool, l'éther et la plupart des huiles essentielles, dissolvant le camphre, mais peu de soufre et de phosphore, inaltérable

à l'air et par les alcalis, soit à froid, soit à chaud. Les premiers chimistes nommèrent cette substance *esprit pyroligneux ;* les nouveaux l'ont nommée *acétone* (3732) ; sa composition élémentaire a présenté :

| Carb. | Hydrog. | Oxyg. | |
|---|---|---|---|
| 62,148 | 10,453 | 27,399 | (Liebig) |
| 62,440 | 10,200 | 27,560 | (Dumas !) |

d'où on a tiré la formule atomique = $C^6 H^6 O$. De là, au moyen de combinaisons de lettres, on a trouvé que l'acétone pouvait être représentée par une proportion d'acide acétique, moins une proportion d'acide carbonique ; puis par une proportion d'acide carbonique + 2 proportions de gaz oléfiant, + 1 proportion d'eau ; puis par 1 proportion d'acide acétique, + 1 proportion d'eau. Ensuite on l'a considérée comme un carbonate ou un acétate bibasique de bicarbure d'hydrogène hydraté, et l'acide acétique comme un carbonate d'acétone. Bizarreries dont la presse scientifique aurait fait depuis longtemps justice, si elle n'était pas condamnée depuis longtemps au rôle passif d'une trompette académique, que l'on destitue, quand elle rend mal la sonnerie qu'on lui dicte.

4002. Soumettons au calcul l'une quelconque de ces hypothèses théoriques. Si l'acide pyroligneux peut être représenté par une proportion d'acide carbonique, une proportion d'eau et deux proportions de gaz oléfiant, il faut nécessairement qu'en combinant ensemble 100 parties d'acide carbonique, 200 de gaz oléfiant, et 100 d'eau, nous retrouvions, à l'analyse élémentaire, les mêmes nombres que les auteurs ont trouvés ci-dessus dans l'analyse de l'acétone.

1° Or, soient :

| | Carb. | Oxyg. | Hydr. |
|---|---|---|---|
| 100 part. d'ac. carbon. (3993) = | 27 | 73 | |
| 100 d'eau. . . . . . . = | | 89 | 11 |
| 200 de gaz oléfiant. . . . = | 172 | | 28 |
| Total. . . . . . . 400 = | 199 | 162 | 39 |

Si nous divisons par 4 chacun de ces nombres pour réduire le total à 100, nous aurons :

| Carbone. | Oxygène. | Hydrogène. |
|---|---|---|
| $\frac{199}{4}=49{,}75$ | $\frac{162}{4}=40{,}50$ | $\frac{39}{4}=9{,}75$ |

Ce qui est loin du compte de l'analyse de l'acétone.

2° Soient :

| | Carb. | Oxyg. | Hydr. |
|---|---|---|---|
| 100 part. d'ac. acét. (3999). = | 50 | 44 | 6 |
| 100 d'eau. . . . . . . = | | 89 | 11 |
| 200 de gaz oléfiant. . . . = | 172 | | 28 |
| Total. . . . . . 400 = | 222 | 133 | 45 |

Si nous divisons par 4 pour ramener la somme à 100, nous trouverons :

| Carbone. | Oxygène. | Hydrogène. |
|---|---|---|
| $\frac{222}{4}=55{,}50$ | $\frac{133}{4}=33{,}25$ | $\frac{45}{4}=11{,}25$ |

Ce qui ne donne pas plus le compte que la première fois (*).

4003. On objecterait peut-être qu'on a parlé, non de portions égales, mais de proportions atomistiques et d'équivalents, dans le sens employé pour les combinaisons inorganiques ; nous répondrons d'abord : on ne compose pas des mélanges avec des équivalents obtenus théoriquement, mais avec des proportions réelles et que l'on puisse retrouver expérimentalement, quel que soit le poids ou le volume de la somme totale. Ensuite, en chimie inorganique, une fois qu'on a obtenu la formule atomistique, on se garde bien d'en travailler les signes arbitrairement, de les battre et de les mêler, comme un jeu de cartes, et d'en multiplier les exposants, tantôt par un chiffre et tantôt par un autre. En chimie organique, nos académiciens, perdant de vue les premières règles des équations, se permettent des licences qui mènent droit à l'absurde.

En effet, ils reconnaissent que le poids P, divisé par la densité D, égale le volume : $\frac{P}{D} = V$ ; et dans la théorie atomistique, le volume égale l'atome ; en sorte que, si l'on obtient par la distillation gazeuse (224) en poids 6,24 d'hydrogène, et qu'on le divise par la densité de son atome théorique, qui est 6,24, on pourra établir que la substance analysée renferme un atome d'hydrogène, $\frac{6{,}24}{6{,}24} = 1$ ; ils marquent 1 H ou H.

Ensuite, ils se mettent à travailler H pour les besoins de leurs vues théoriques, et ils le font à volonté $H^3 = 3$ H, $H^4 = 4$H, etc. Après le signe de l'hydrogène, ils travaillent de la sorte celui de

(*) Je me suis servi de nombres ronds et sans fraction (257), afin de faciliter le calcul et de rendre les rapports plus saillants ; la différence entre ces nombres et ceux des tables atomistiques pouvant être négligée sans inconvénient en cette circonstance.

l'oxygène, puis celui du carbone, en ayant soin, il est vrai, d'employer pour tous les trois le même chiffre multiplicateur. S'ils ont obtenu la formule $C^{18} H^{16} O^3$, ils croient conserver les mêmes rapports intrinsèques en changeant les exposants; ainsi, pour eux : $C^{18} H^{16} O^3 = C^{54} H^{48} O^9 = C^{36} H^{32} O^6$; ce qui sans doute est vrai des rapports des exposants entre eux, mais non plus des rapports entre le volume affecté de cet exposant et le poids obtenu par l'expérience. Car autrement il faudrait admettre la formule $\frac{P}{D} = V = V^3 = V^6 = V^9 = V^{24}$; ce qui est absurde en réalité et arbitraire en théorie; et l'arbitraire en théorie est une inconséquence. Car vous admettez, dans une combinaison, l'indivisibilité et l'invariabilité de l'atome; puis vous le scindez, pour ainsi dire, par vos transformations; si, en effet, vous admettez que OCH soit l'équivalent de $O^2 C^2 H^2$, pour avoir le moyen d'obtenir l'équation $OC^2 + OH^2$, vous admettez par le fait que, dans le premier cas, O C H était l'équivalent de 1/2 OC + 1/2 OH; car enfin l'expérience accuse que dans la nature, et avant toute transformation, la combinaison était composée de O C H seulement. Et comment ne pas voir d'un seul coup d'œil qu'une combinaison formée de 1 atome de O, de 1 atome de C et de 1 atome de H, diffère du tout au tout d'une combinaison formée de 2 atomes de O, de 2 atomes de C et de 2 atomes de H; qu'un édifice, par exemple, de 20 colonnes, n'est, en définitive, pas le même qu'un édifice composé de 20 × 8 ou de 20 × 7, et que chacune de ces combinaisons donnerait une unité d'une configuration et de proportions différentes?

4004. Cependant, pour ne laisser aucune objection sans réponse, cherchons à combiner, pour retrouver les nombres de l'*acétone*, non plus des portions égales entre elles, comme ci-dessus, mais les proportions théoriques telles qu'on les trouve dans les tables atomistiques. Si l'acétone peut être représentée par une proportion d'acide carbonique + 2 proportions de gaz oléfiant + 1 proportion d'eau, l'analyse élémentaire devra nous fournir, en poids, les nombres suivants de :

| | Carb. | Oxyg. | Hyd. | |
|---|---|---|---|---|
| Proportion atomique d'acide carboniq. | 38,22 | 100 | | |
| Proportion d'eau. . | | 100 | 12,48 | |
| Proportion de gaz oléfiant × 2 . . | 152,88 | | 24,96 | |
| Total en poids . . | 191,10 | 200 | 37,44 | = 428,54 |

Si l'on veut réduire en 100 la somme totale, on trouvera que 100 parties de ce mélange se composent de :

| Carbone. | Oxygène. | Hydrogène. | |
|---|---|---|---|
| 44,59 | 46,67 | 8,74 | = 100 |

ce qui est encore bien loin de l'analyse élémentaire publiée par Liebig et Dumas (4001).

4005. Par quelle raison cette énorme divergence entre le calcul atomique et le calcul pondéral, entre la division et la multiplication qui doit lui servir de contre-épreuve? La voici : c'est que, pour fixer l'exposant des lettres, on néglige tout ce qui est fraction, vu que les atomes ne sont représentés que par des nombres entiers; or le déficit de ces nombres fractionnaires occasionne des écarts de calcul d'autant plus grands qu'on multiplie les exposants par un chiffre plus élevé.

4006. Nous avons donné une certaine étendue à ces considérations, afin de n'avoir plus à y revenir à l'occasion de chaque formule; nous n'avons attaqué en cela que l'abus de l'application de la théorie atomistique; nous aurons, à la fin de l'ouvrage, l'occasion de nous en prendre à la théorie elle-même.

4007. Nous venons de voir ce que l'acétone n'est pas; cherchons à déterminer ce qu'elle est, en déterminant ce qu'est lui-même l'acide acétique. Nous avons démontré plus haut que l'acide acétique pouvait être représenté, sans avoir recours à aucune espèce de théorie, par une partie en poids d'acide carbonique et une partie d'huile essentielle non oxygénée. Composons de toutes pièces un pareil mélange, et combinons-le avec un alcali avide d'acide carbonique et fixe. Si nous soumettons un pareil mélange à la distillation, il est évident que l'alcali retiendra l'acide carbonique, et ne laissera dégager que l'huile essentielle et l'eau de cristallisation, plus une certaine quantité d'acide inappréciable à nos papiers réactifs, mais qui ne laissera pas que de communiquer au mélange de nouveaux caractères de fusibilité et de solubilité. Cette huile essentielle odorante et piquante prendra le nom d'*esprit pyroligneux* ou d'*acétone*, lorsqu'on en ignorera l'origine. A l'analyse élémentaire elle offrira plus d'oxygène que les huiles essentielles ordinaires, parce qu'elle sera associée à une plus grande quantité d'eau et à une certaine quantité d'acide carbonique. Mais cette quantité diminuera, à force de la rectifier par la chaux ou le chlorure de calcium. En mélangeant, en effet, 300 d'une huile essentielle oxygénée et 100 d'eau, c'est-à-dire $\frac{3}{4}$ de l'une et $\frac{1}{4}$ de l'autre, nous aurions :

| | Carb. | Oxyg. | Hydr. |
|---|---|---|---|
| Huile essentielle de romarin par exemple (3895). | $\frac{82\times 3}{4}=61,50$ | $\frac{8+3}{4}=6,00$ | $\frac{10+3}{4}=7,50$ |
| Eau . . . . . . . . . . | | $\frac{89}{4}=22,25$ | $\frac{11}{4}=2,75$ |
| Total . . . . . | 61,50 | 28,25 | 10,25 = 100; |

nombres qui se rapprochent de ceux de l'analyse de l'*acétone*, autant que deux analyses peuvent se rapprocher entre elles.

4008. Ainsi, tout concourt à nous faire considérer l'acide acétique, comme un mélange d'acide carbonique et d'huile essentielle, et l'acétone comme l'huile essentielle dégagée par le feu des acétates alcalins, unie à l'eau de cristallisation ; et les caractères de cette huile ou acétone varieront, à chaque analyse, selon les circonstances de la distillation, un coup de feu trop violent étant dans le cas d'éliminer une quantité appréciable d'acide carbonique, en ramenant le carbonate à l'état alcalin.

4009. Acide formique.—Liquide à basse température, incolore, d'une odeur aigre et piquante, d'une saveur forte, d'une pesanteur spécifique de 1,116, à peine plus grande que celle de l'acide acétique ; rougissant fortement le tournesol ; formant avec les bases des sels qui diffèrent à peine des acétates, et qui sont tous solubles. Il diffère, d'après les chimistes, de l'acide acétique, en ce que par l'acide sulfurique concentré, à la température ordinaire, il se convertit en eau et oxyde de carbone, et que, chauffé avec le nitrate d'argent, il le réduit, en donnant lieu à de l'eau et à de l'acide carbonique. Mais ces deux caractères sont infiniment incomplets, car il aurait fallu faire l'analyse de ce qui reste avec l'acide sulfurique et de ce qui reste avec le nitrate d'argent. Cet acide n'existe dans la nature que dans les fourmis, d'après les chimistes ; mais on l'a recueilli de la distillation de l'acide oxalique, et de la décomposition de l'acide hydrocyanique par les acides puissants : il se forme encore quand on fait chauffer une dissolution d'acide tartrique, d'acide citrique avec le bi-oxyde de manganèse, le bi-oxyde de plomb, ou qu'on traite une matière organique, une partie de sucre, d'amidon, par un mélange de trois parties d'acide sulfurique et trois parties de bi-oxyde de manganèse pulvérisé, et qu'on distille avec précaution après l'effervescence. Sa composition élémentaire est :

| Carbone. | Oxygène. | Hydrogène. | |
|---|---|---|---|
| 32,85 | 64,47 | 2,68 | Berzélius. |

4010. Or il n'est aucun de ces caractères qui ne puisse se reproduire par une quantité d'acide acétique dépouillé d'une quantité de son huile essentielle empyreumatique, ou par la combinaison de l'acide carbonique avec une moins grande quantité de carbure d'hydrogène que dans l'acide acétique. Pour reproduire l'analyse, mêlons ensemble 10 parties d'acide carbonique et 1 seulement d'huile essentielle pure d'oxygène, nous aurons à l'analyse élémentaire :

| | Carb. | Oxyg. | Hyd. |
|---|---|---|---|
| 10 acide carb. | 270 | 730 | |
| 1 carb. d'hyd. | 87 | | 13 |
| | $\frac{357}{11}=32,45$ | $\frac{730}{11}=66,36$ | $\frac{13}{11}=1,18,$ |

nombres qui se rapprochent encore plus de l'analyse ci-dessus que ne se rapprochent entre elles deux analyses de la même substance, exécutées par deux auteurs différents.

La pesanteur spécifique de l'acide formique, plus grande que celle de l'acide acétique, s'explique par la prédominance de l'acide carbonique, dont la pesanteur spécifique=1,5245, sur l'huile essentielle, dont la pesanteur spécifique dépasse à peine 0,997. L'odeur un peu indécise de l'acide formique s'explique également par la nature du mélange.

4011. Acide lactique. — Nous nous sommes occupé assez longuement de la formation de l'acide lactique ci-dessus (3575) ; et ce que nous avons dit suffit à établir que ce produit est un mélange compliqué d'une substance quelconque, qui existe dans l'albumine, soit animale soit végétale, et d'acide acétique. Mais la chimie académique a fait de grands efforts d'expérience et de calcul, pour réhabiliter cet acide sur la liste, et l'acide en question n'en a paru que plus compliqué ; on l'a trouvé différent à l'état sirupeux, à l'état sublimé, à l'état de combinaison avec les bases, ce qui n'empêche pas qu'on n'admette, comme un acide *sui generis*, un corps qui affecte trois caractères différents en trois circonstances différentes. De cette manière l'acide tartrique jouit du privilége d'avoir trois formules atomiques différentes : liquide il est représenté par $C^{12}\,H^{12}\,O^{6}$, combiné il l'est par $C^{12}\,H^{10}\,O^{5}$, et concret, par $C^{12}\,H^{8}\,O^{4}$ ; ce qui, en d'autres endroits du livre, signifierait trois acides différents.

Cet acide ne cristallise pas ; on ne l'obtient qu'à l'état sirupeux extrêmement acide ; il se forme

dans tous les sucs qui donnent de l'acide acétique et qui renferment de l'albumine animale et végétale (3319), dans le petit-lait, le suc aigri de la betterave (3216), du riz, etc. Quand on le traite par la magnésie, la liqueur sent fortement le vinaigre. Mais ce à quoi s'attachent les chimistes pour en reconnaître la spécialité, c'est qu'il se sublime en partie par la distillation en acide concret cristallisable, soluble dans l'alcool bouillant, d'où il se précipite en lames rhomboïdales d'une blancheur éclatante; comme si, dans un mélange aussi compliqué, l'acide acétique ne pouvait pas entraîner avec lui une substance susceptible de se sublimer au col de la cornue : et comme si le chimiste ne devait pas être suffisamment averti, en voyant que la majeure partie de l'acide se colore dans la cornue, finit par se charbonner, et qu'il se dégage, outre de l'hydrogène libre ou combiné, une grande quantité d'acide acétique étendu d'eau. Nous ne nous arrêterons donc pas davantage à cet acide, puisque nous l'avons reproduit de toutes pièces, en mélangeant de l'albumine et de l'acide acétique (3380).

4012. ACIDE MALIQUE de Schéele, SORBIQUE de Donovan. — Il a été découvert par Schéele dans les fruits, et surtout dans les pommes, les prunes, les baies de sorbier, l'épine-vinette ; par Fourcroy dans le pollen du dattier d'Égypte ; par Cadet dans le suc des ananas ; par Vauquelin, et mêlé aux acides tartrique et citrique, dans la pulpe du tamarin ; à l'acide oxalique dans les pois chiches, et à l'état de malate de chaux dans le suc de la joubarbe. On l'obtient aujourd'hui en neutralisant par le carbonate de soude le jus filtré des fruits du sorbier, précipitant l'acide par le nitrate de plomb à l'état de malate de plomb, qui, abandonné à lui-même, semble cristalliser en chou-fleur, en lavant les cristaux qui se trouvent mêlés de cristaux de tartrate et de citrate de chaux, et d'albumine combinée au plomb. On traite le tout par l'acide sulfurique, puis la liqueur par le sulfure de barium. L'acide malique se trouve alors séparé des tartrate et citrate de plomb, de l'albumine et de la matière colorante. On l'obtenait autrefois en saturant le suc par la chaux, évaporant aux trois quarts, lavant avec l'alcool à 15°, décomposant par le nitrate de plomb dans l'eau bouillante, et décomposant le malate de plomb par un courant d'hydrogène sulfuré.

4013. Cet acide cristallise en mamelons indéterminés dans une masse sirupeuse ; il est blanc, inodore ; sa saveur est celle des acides tartrique et citrique ; il est très-déliquescent. L'acide nitrique le convertit promptement en acide oxalique. Il ne trouble ni le nitrate de plomb, ni le nitrate d'argent, ni l'eau de chaux ou de baryte ; mais il précipite la dissolution de nitrate de protoxyde de mercure. Soumis à l'action du feu, il se divise en deux portions regardées par les chimistes comme isomériques, qui se vaporisent et se condensent, l'une à l'état liquide, et l'autre sous forme d'aiguilles blanches, que l'on désigna d'abord sous le nom d'acide *pyromalique*, et qui s'est partagé aujourd'hui en deux, sous les noms d'acide *maléique* et d'acide *paramaléique*, tous isomères entre eux, c'est-à-dire ayant pour formule $C^8 H^4 O^4$, déduite de l'analyse élémentaire suivante :

| | Carbone. | Oxygène. | Hydr. | |
|---|---|---|---|---|
| Acide malique | 41,84 | 54,74 | 3,42 | Liebig. |
| Acide maléique | 41,84 | 54,75 | 3,41 | |
| Acide exposé à une temp. de 160 à 170° | 49,45 | 48,53 | 2,02 | |

L'acide maléique ne trouble pas l'eau de chaux, mais celle de baryte; il ne reste point dans les eaux mères, mais, pour me servir de l'expression des chimistes, il *grimpe* à de grandes hauteurs le long des parois des vases ; il ne précipite pas le nitrate d'argent ; mais l'acide paramaléique précipite le dernier sel en flocons blancs, qu'un excès d'acide nitrique fait disparaître, et qui ne se colorent pas à l'air.

4014. Ce sont là, réduits à ce qu'ils ont de plus essentiel, les caractères que les chimistes académiques ont assignés à ces trois acides de même origine et de même composition élémentaire. A l'époque où je rédigeais le première édition de cet ouvrage, Dubrunfaut me fit passer un résidu de la distillerie de fécule de pommes de terre, dans lequel il me fut impossible de reconnaître autre chose qu'un acide qui s'expliquait fort bien à mes yeux par un mélange de gluten, d'acide acétique et de chaux, mélange déliquescent, dans lequel on apercevait cependant des parties grenues et comme cristallines. Je le reproduisais avec tous ses caractères, en associant de toutes pièces les éléments que je soupçonnais dans la masse. Ce mélange a été décrit ensuite par ce chimiste comme renfermant un malate de chaux. Ce malate de chaux n'est certainement qu'un acétate acide de chaux, modifié par le gluten, et, en d'autres circonstances, par son association avec un oxalate; et l'acide malique n'est certainement pas autre chose qu'une combinaison intime d'acides acétique et oxalique et d'albumine. Quiconque

voudra comparer un semblable mélange varié de diverses manières dans ses proportions, ne manquera pas d'obtenir des résultats analogues.

4015. En effet, sans tant compliquer le mélange, et en associant seulement parties égales d'acide acétique et d'acide oxalique, l'analyse élémentaire nous donnera :

| | Carbone. | Oxygène. | Hydrogène. | |
|---|---|---|---|---|
| 100 acide acétiq. | 50 | 44 | 6 | Gay-Lussac. |
| 100 acide oxaliq. | 34 | 66 | | Berzélius. |
| Total | 84 | 110 | 6 | |

$$\frac{\text{Total}}{2} = \frac{84}{2} = 42 \quad \frac{110}{2} = 55 \quad \frac{6}{2} = 3;$$

nombres presque identiques avec ceux de Liebig, si on les exprime sans fractions. Or ce mélange, d'après les principes ci-dessus (3985), nous pourrons le considérer comme composé d'acide carbonique et d'oxyde de carbone=*acide oxalique*, et d'acide carbonique et huile essentielle=*acide acétique*. Un pareil mélange ne saurait fournir que des sels déliquescents et cristalliser que d'une manière confuse; à la distillation il se partagera non pas en deux acides seulement, les prétentions des chimistes sont à ce sujet trop modestes; mais en autant d'acides que le coup de feu variera en intensité, et que l'acide sera extrait de tel ou tel suc et par tel ou tel procédé, enfin, combiné avec telle ou telle base; dans un cas l'acide oxalique se sublimant de concert avec l'*acétone* (4001), dans l'autre avec l'acide acétique anhydre, et cela en proportions variables à l'infini. Que ce produit soit ensuite un acide *grimpeur* contre les parois du vase, c'est là un caractère qui convient à mille autres substances mélangées avec un acide; nous en avons vu de telles qui montaient, par la capillarité, jusqu'à cinq et six centimètres au-dessus de la surface du liquide. Ce mélange acide ne troublera pas le nitrate de plomb, ni le nitrate d'argent, ni l'eau de chaux ou de baryte, parce que l'acide acétique a la propriété de dissoudre toutes ces bases et de communiquer sa solubilité à tous les acides qui sans lui les précipitent, pourvu que les deux acides aient été associés avant de s'être combinés en sels, chacun de leur côté. L'acide nitrique convertit ce mélange en un acide homogène, en acide oxalique, aux dépens de l'acide acétique et de la substance albumineuse qui leur est mélangée.

4016. Arrêtons-nous au caractère distinctif de l'acide *paramaléique*, qui est de précipiter le nitrate d'argent en flocons blancs que l'acide nitrique redissout. L'acide paramaléique est le moins acétique des trois et le plus riche en acide oxalique; celui-ci précipite l'argent en flocons blancs. Mais ce précipité pourrait être assez souvent produit par la présence d'une certaine quantité d'acide hydrochlorique, sans que, dans le cas qui nous occupe, il devînt violâtre au contact de l'air. En effet pour qu'un précipité d'hydrochlorate d'argent puisse devenir violâtre au contact de l'air, il faut qu'il ne soit pas privé de ce contact; dans le vide le précipité d'argent reste blanc. Or, lorsque ce précipité a lieu par un mélange d'acide hydrochlorique et d'une substance oléagineuse, le contact de l'hydrochlorate d'argent sera nécessairement supprimé par la couche oléagineuse dont les flocons seront revêtus et imprégnés; les flocons se présenteront au contact de l'air comme vernis et imperméables à l'air; ces flocons resteront donc blancs. Mêlez de l'acide hydrochlorique à l'huile, dissolvez dans l'eau, et puis essayez de précipiter par le nitrate d'argent, vous attendrez en vain la réaction caractéristique de l'hydrochlorate d'argent. Nous aurons plus d'une occasion d'invoquer cette considération.

4017. Acides tartrique, paratartrique, pyrotartrique. — L'acide tartrique, isolé pour la première fois par Schéele, se rencontre libre dans le tamarin, dans le raisin acide; associé au bitartrate de potasse, et à l'état de tartrate de chaux, d'albumine et de potasse, dans une foule de sucs. Il cristallise en général en prismes hexaédriques dont les faces sont parallèles deux à deux, mais cristallise difficilement; trituré il s'épaissit. Il précipite, lorsqu'il est en excès, la soude, l'ammoniaque, la potasse, en *bitartrates* presque insolubles (pl. 8, fig. 13 et 14); sans être en excès il précipite la chaux, la baryte, la strontiane, l'acétate de plomb, en sels qui se dissolvent dans un excès d'acide; il se convertit, par l'action de la chaleur, en eau, en acide acétique, en gaz oxyde de carbone et hydrogène carboné, un peu d'huile empyreumatique, et enfin en acide *pyrotartrique* ou acide sublimé, qui cristallise en aiguilles fines et entrelacées, qui se volatilise ensuite en se décomposant peu, ne trouble plus les eaux de chaux, de baryte, de strontiane, forme avec le peroxyde de fer un précipité jaune chamois, soluble dans environ 200 fois son poids d'eau; avec le sulfate de cuivre un précipité vert; avec le nitrate de mercure un précipité blanc; avec l'acétate neutre de plomb un précipité blanc qui n'apparaît qu'au bout de quelques heures. On prépare l'acide tartrique en grand, en transformant le bitartrate de potasse (*crème de tartre*) pulvérisé, en tartrate de chaux, par la craie et le

chlorure de chaux, et en éliminant ensuite la chaux par l'acide sulfurique. On obtient l'acide *pyrotartrique* en distillant l'acide tartrique dans une cornue de verre que l'on maintient à la température de 250 à 300° ; on distille ensuite le produit pyrogéné jusqu'à ce que ce qui reste dans la cornue ait pris une consistance sirupeuse ; on expose l'extrait à un froid-très-vif; et l'acide se prend en cristaux, que l'on purifie par l'expression avec le papier joseph. Outre ces deux acides on croit en avoir trouvé un troisième dans quelques vins des Vosges: c'est l'acide *racémique* ou paratartrique, isomère avec l'acide tartrique, et qui s'obtient, en saturant certains vins par le carbonate de soude et de potasse. Le paratartrate prétendu reste dans l'eau mère.

4018. Or l'acide paratartrique offre avec l'acide oxalique les plus grands rapports par ses combinaisons salines ; il se trouve partout où se forme de l'acide acétique; tous ses caractères s'expliquent, sans parler des bases, avec lesquelles il peut rester combiné à l'insu du chimiste, en le supposant un mélange, dans lequel l'acide oxalique entrerait pour une proportion plus considérable que dans l'acide malique. En effet, soit un mélange de deux portions d'acide oxalique anhydre et d'une portion seulement d'acide acétique, nous trouverons à l'analyse élémentaire :

| | Carb. | Oxyg. | Hydrog. | |
|---|---|---|---|---|
| 2 acide oxalique. . . . | 68 | 132 | | Berzélius. |
| 1 acide acétique. . . . | 47 | 47 | 6 | Id. |
| | 115 | 179 | 6 | |
| Total divisé par 3 | $\frac{115}{3}$ = 38,33 | $\frac{179}{3}$ = 59,66 | $\frac{6}{3}$ = 2 | |

nombres presque identiques avec ceux de l'acide tartrique, d'après Berzélius, à l'exception de l'hydrogène qui est double dans l'analyse de ce chimiste, différence qui s'explique par une addition d'eau, et qui du reste se présente souvent entre les analyses de la même substance.

4019. A la distillation un pareil mélange devra nécessairement fournir un mélange de tout ce qui se dégage, à la distillation, de chacun des deux acides en particulier. On aura de l'eau de cristallisation, de l'acide acétique libre, de l'huile essentielle libre et de l'acide carbonique libre, dont la réunion formait l'acide acétique; de l'oxyde de carbone et de l'hydrogène carboné, forme nouvelle de l'huile essentielle empyreumatique; et tout cela en proportions variables, selon les variations du coup de feu, les unes de ces substances étant plus volatiles que les autres à telle ou elle température. En effet supposons un mélange de deux portions d'acide carbonique et d'une portion d'hydrogène carboné, nous devrons retrouver l'analyse élémentaire de l'acide pyrotartrique :

| Acide | Carb. | Oxyg. | Hydrog. |
|---|---|---|---|
| carbon. × 2. | 54 | 146 | |
| Carbure d'hyd. | 87 | | 13 |
| | 141 | 146 | 13 |
| Tot. div. par 3 | $\frac{141}{3}$ = 47,00 | $\frac{146}{3}$ = 48,66 | $\frac{13}{3}$ = 4,33 |

La différence entre l'hypothèse et la réalité est tout à fait à négliger; elle est dans la limite des différences analytiques.

Quant à l'acide nommé paratartrique, ce n'est à nos yeux qu'un mélange d'acide tartrique et de gluten, qu'un analogue de l'acide acétique albumineux (*acide lactique*). Il sera facile de cette manière de concevoir pourquoi l'acide pyrotartrique ne trouble pas les eaux de chaux, de baryte, etc., comme le fait l'acide tartrique; l'acide tartrique = acide oxalique et acide acétique; et l'acide pyrotartrique = acide carbonique et hydrogène carboné, ou acide acétique plus oléagineux que l'acide acétique ordinaire. Il sera encore plus facile de concevoir comment un pareil acide se dégage de l'acide tartrique, celui-ci étant considéré comme une combinaison d'acide carbonique et d'oxyde de carbone (acide oxalique) d'un côté, et d'acide carbonique et huile essentielle (acide acétique) de l'autre, plus l'eau de la dissolution. A la distillation l'huile essentielle, plus ou moins volatile que l'acide carbonique, se dégagera plus ou moins vite que l'acide carbonique, qui arrivera au col de la cornue avec une proportion moindre de cette substance; mais on ne retrouvera pas deux fois peut-être ce produit sublimé avec les mêmes caractères et les mêmes proportions.

4020. Acide citrique. — Nous venons de reproduire l'analyse élémentaire de l'acide pyrotartrique par un mélange de deux portions d'acide carbonique et une d'huile essentielle non oxygénée. Si nous procédons de la même manière nous trouverons que l'acide citrique est représenté par un mélange de trois portions d'acide carbonique et d'une d'huile essentielle; soit en effet :

| | Carb. | Oxyg. | Hydrog. |
|---|---|---|---|
| 3 acide carbon. | 81 | 219 | |
| 1 huile essent. | 87 | | 13 |
| | 168 | 219 | 13 |
| Tot. div. par 4. | $\frac{168}{4}$ = 42,00 | $\frac{219}{4}$ = 54,75 | $\frac{13}{4}$ = 3,25 |

Analyse absolument identique avec celle de l'acide citrique par Berzélius..... 41,40 54,96 3,64

L'acide pyrocitrique n'offre pas des nombres différant d'une manière essentielle.

4021. L'acide citrique existe à l'état libre dans les citrons, et on le trouve encore dans une foule de fruits. On l'extrait par la craie, puis en décomposant le citrate de chaux, par l'acide sulfurique, qui précipite la chaux; l'acide citrique reste dissous mais mêlé à une certaine quantité d'acide sulfurique, dont on le débarrasse dans les laboratoires en traitant par le plomb qui précipite l'acide sulfurique, puis le plomb du citrate par un courant d'hydrogène sulfuré. L'acide citrique cristallise en prismes rhomboïdaux inaltérables à l'air; en dissolution concentrée il précipite la chaux, la baryte, la strontiane, l'acétate de plomb, mais non l'acétate de chaux, ni les nitrates de plomb et de mercure, ni la potasse (4017). Du reste dans ses combinaisons il présente les anomalies les plus frappantes, même d'après les auteurs classiques; ce qui n'aura rien d'étonnant aux yeux de ceux qui auront médité les principes de la nouvelle méthode.

4022. Acides méconique, paraméconique, métaméconique. — Derosne avait signalé, dans le suc d'opium, la présence d'un acide qui lui paraissait être l'acide *acéteux*. Sertuerner ayant remarqué plus tard qu'il était susceptible de se sublimer, lui donna le nom d'acide *méconique*. Robiquet a apporté à l'étude de cet acide une plus grande précision. Cet acide s'obtient en traitant l'infusion d'opium par du chlorure de calcium en petit excès, qui précipite le prétendu acide à l'état de méconate accompagné de sulfate de chaux; on lave à l'eau et à l'alcool le précipité; on le délaye en agitant 1 partie dans 10 parties d'eau à la température de 90°, et on y ajoute de l'acide hydrochlorique, pour dissoudre le méconate qui s'en précipite par le refroidissement. On soumet les cristaux à la presse, on les dissout dans une suffisante quantité d'eau à 90°, aiguisée de 50 grammes d'acide hydrochlorique pur, et on maintient la liqueur à cette température avec grand soin. Par le refroidissement l'acide méconique se précipite en belles écailles micacées, blanches, transparentes, inaltérables à l'air, très-peu solubles dans l'eau froide, solubles dans environ quatre fois d'eau bouillante, mais *en se décomposant en acide métaméconique et carbonique*. Cet acide est très-peu acide. Il *forme*, avec les sels de fer, une liqueur rouge intense; il précipite le nitrate d'argent en paillettes blanches, cristallines, solubles dans l'acide nitrique, mais ne changeant pas de couleur au contact de l'air. Sa composition élémentaire est, d'après Liebig:

| Carbone. | Oxygène. | Hydrogène. |
|---|---|---|
| 42,460 | 55,561 | 1,979. |

Or il suffit de réfléchir sur la préparation, pour concevoir que tout n'est pas acide dans cet acide, et qu'il doit s'y trouver une certaine quantité d'un sel calcaire, plus un peu d'acide hydrochlorique. La faible solubilité de cet acide qui le rapproche du prétendu acide mucique, nous permet d'en assimiler l'histoire à celle de celui-ci. Ne serait-ce pas un mélange d'acide acétique, d'acide oxalique, d'oxalate de chaux, d'acide hydrochlorique et d'acide carbonique? L'acide oxalique précipite l'argent en sel insoluble et cristallin; l'acide acétique aiguisé de l'acide hydrochlorique produit des sels d'un rouge intense avec le fer; et ce qu'il y a de plus piquant c'est qu'en associant parties égales en poids d'acide acétique et d'acide oxalique, on obtient l'analyse élémentaire presque exactement la même que celle de cet acide.

| | Carbone. | Oxygène. | Hydrogène. |
|---|---|---|---|
| 100 acide acétique. . . . . . . . . | 50,224 | 44,147 | 5,629 Gay-Lussac. |
| 100 acide oxalique anhydre. . . . . | 33,760 | 66,240 | Berzélius. |
| Total. . . . . . | $\frac{83,984}{2} = 41,992$ | $\frac{110,387}{2} = 55,1935$ | $\frac{5,629}{2} = 2,8145$ |

4023. Nous avons dit qu'en exposant à une température plus élevée dans l'eau, l'acide méconique, on obtient un acide que Robiquet propose d'appeler acide métaméconique. Il se dégage en même temps, d'après l'auteur, de l'acide carbonique, et l'acide en devient moins soluble dans l'eau et moins sapide que l'acide méconique. C'est encore précisément ce qui a lieu, quand on cherche à faire redissoudre l'acide mucique dans l'eau bouillante (3105); l'acide devient à chaque fois moins soluble: c'est un sel calcaire devenu moins acide. Enfin par la voie sèche et en soumettant les cristaux d'acide méconique à une température de 260 à 280°, ils se décomposent en acide carbo-

nique, en huile empyreumatique, en eau et en acide sublimé, auquel on a donné le nom d'acide *pyroméconique*, qui est beaucoup plus soluble dans l'eau et dans l'alcool que l'acide méconique et surtout que l'acide métaméconique; car cet acide sublimé n'est plus combiné à aucune base calcaire. Le mélange d'huile essentielle, d'acide carbonique (acide acétique) et d'acide oxalique, dont nous venons de parler, donnerait également un acide sublimé, qui ne manquerait pas d'offrir les caractères de l'acide *pyroméconique*. L'oxalate acide de chaux (acide mucique) (3105) donne aussi un acide *pyromucique*, dont la composition élémentaire est exactement celle de l'acide méconique et pyroméconique.

4024. Acides quinique et pyroquinique.— Par son analyse élémentaire, par sa solubilité, par sa transformation au feu, cet acide nous paraît un mélange organique dans lequel domine l'acide acétique. On l'a trouvé dans le quinquina uni à la chaux. On l'obtient en précipitant par la chaux le quinate de chaux, en dissolvant le précipité par l'acide sulfurique étendu d'eau, évaporant et faisant cristalliser, redissolvant dans l'eau le quinate de chaux, précipitant par le sous-acétate de plomb en quinate de plomb, qu'on lave, qu'on délaye dans une quantité d'eau convenable, et qu'on décompose par un courant de gaz hydrogène sulfuré : procédé ordinaire pour extraire tous ces acides. L'emploi du sous-acétate de plomb, dans un mélange cristallisé d'acides et de substances *organisatrices* (3097), est dans le cas de faire naître autant d'acides que l'on étudiera de sucs divers. Le sous-acétate de plomb, en effet, précipite les gommes, le sucre, les huiles et l'albumine, mais ce précipité enveloppe en même temps de l'acétate; lorsque vous traiterez le précipité, si bien lavé qu'il soit, par l'hydrogène sulfuré, vous dégagerez en même temps et l'albumine ou le sucre, et l'acide acétique, que vous pourrez prendre à votre gré pour un acide nouveau : vous aurez l'acide lactique, en vous souvenant que c'est sur du lait que vous avez opéré; l'acide quinique au contraire, en vous souvenant que c'est sur le suc de quinquina.

4025. Tanin ou acide tannique. — Le tanin s'extrait, dans les laboratoires, de la noix de galle, de l'écorce de chêne, qui, pulvérisée, prend le nom de *tan*, de l'écorce de quinquina, du *cachou* (extrait du *mimosa catechu*), de la gomme kino, de l'écorce de sumac, et de toutes les écorces qui ont fait leur temps, surtout de celles qui ont, à l'état de vie, élaboré des séves cellulaires (3332) résineuses. Nous avions dit, dans la première édition de cet ouvrage, que cette prétendue substance immédiate n'était qu'une association d'un acide et d'une substance résineuse, plus des substances variables qui accompagnent les résines dans les séves cellulaires; qu'en conséquence le tanin varierait par tous les procédés d'extraction, et selon les espèces végétales d'où on chercherait à l'extraire. La chimie académique s'est mise à l'œuvre pour maintenir en son lieu et place cette substance, dont la description forme un simple chapitre des livres classiques. Un instant tout était enfin trouvé; l'acide tannique était une substance aussi pure que la plus pure des substances du catalogue. La presse avait annoncé cette découverte rassurante, mais ce succès ne dura pas longtemps; un académicien vint élever des doutes sur la découverte d'un académicien; et comme deux forces contraires se détruisent, nous sommes nécessairement revenus au point où nous nous trouvions auparavant; ce qui n'empêche pas les traités classiques d'enregistrer l'opinion favorable, comme si elle n'avait pas trouvé de contradicteurs; il n'est pas universitaire de faire savoir au public et aux élèves qu'on n'est pas d'accord dans le sanctuaire, sur le sens des oracles qui s'y rendent chaque jour. Pour nous, qui avons juré de rester profane, nous allons continuer à ne pas ajouter la moindre foi aux oracles de la science officielle.

4026. A l'époque de la publication de notre première édition, on croyait obtenir le tanin, à l'état de pureté, en versant de l'acide sulfurique affaibli à plusieurs reprises sur l'infusion filtrée de noix de galle; on filtrait chaque précipité; et à la dernière fois on employait de l'acide sulfurique concentré. On obtenait une liqueur jaunâtre; on précipitait l'acide par le carbonate de plomb; on filtrait de nouveau; on évaporait à siccité, dans le vide, le liquide jaunâtre; on séparait le tanin pur du tanin altéré, au moyen de l'éther qu'on faisait évaporer. Un pareil procédé n'était pas capable, il faut en convenir, de dépouiller une substance résineuse de son acidité.

4027. Depuis on en est revenu au procédé suivant pour obtenir ce qu'on désigne sous le nom d'acide tannique. Soit l'allonge à col étroit de l'appareil de déplacement (135); on introduit une mèche de coton dans la douille, et par-dessus de la noix de galle réduite en poudre fine, que l'on

comprime légèrement, de manière qu'elle occupe la moitié de la capacité de l'allonge; on achève de remplir ce vase avec de l'éther sulfurique du commerce; on replace l'allonge sur sa carafe, on bouche l'appareil et on l'abandonne à lui-même. Le lendemain on trouve, dans la carafe, un liquide séparé en deux couches bien distinctes, dont l'une, très-légère et très-fluide, occupe la partie supérieure, et l'autre, beaucoup plus dense, de couleur légèrement ambrée, d'un aspect sirupeux, reste au fond du vase. On ne cesse d'épuiser de la sorte la poudre de noix de galle par le nouvel éther; quand on s'aperçoit que le volume du liquide dense n'augmente plus, on verse les deux liquides dans un entonnoir, dont on tient le bec bouché avec le doigt. On attend quelques instants, et lorsque les deux couches se sont reformées, on laisse tomber la plus pesante dans une capsule, et l'on met l'autre de côté, pour la distiller et en retirer l'éther qui en constitue la majeure partie. On lave à plusieurs reprises le liquide dense avec de l'éther sulfurique pur, et on le porte ensuite dans une étuve ou sous le récipient d'une machine pneumatique. Il se dégage d'abondantes vapeurs et un peu d'eau; la matière augmente considérablement de volume, et laisse un résidu spongieux comme cristallin, très-brillant, quelquefois incolore, mais le plus souvent d'une teinte légèrement jaunâtre. Ce produit est considéré comme du tanin pur, dont la noix de galle peut fournir 40 à 45 centièmes de son poids. Ce procédé altère moins, il est vrai, la substance; mais il ne s'ensuit pas que l'on soit en droit de considérer le produit comme une substance immédiate, et une résine imprégnée d'un acide ne se comporterait pas autrement. Sa composition élémentaire est exactement celle que donnerait un mélange de deux parties d'acide oxalique et d'une partie d'huile essentielle non oxygénée. Soient en effet :

| | Carbone. | Oxygène. | Hydrogène. |
|---|---|---|---|
| 2 acide oxalique anhydre . . . | 66 | 134 | |
| 1 huile essent. | 87 | | 13 |
| Total . . . . . | $\frac{153}{3}=51$ | $\frac{134}{3}=44,66$ | $\frac{13}{3}=4,33$ |
| Acide tannique d'après Pelouze . . . . | 51,56 | 44,24 | 4,20 |

Et de même que l'acide tannique, un pareil mélange précipiterait en blanc par les acides sulfurique, nitrique, phosphorique, arsénique, etc., formerait un sel insoluble par l'albumine, ferait effervescence avec les carbonates alcalins, donnerait, selon les mélanges, diverses colorations avec le peroxyde de fer et les divers sels métalliques, et précipiterait la gélatine en un composé insoluble dans l'eau, et formant, avec le carbonate et le phosphate calcaire des os, un oxalate calcaire qui s'envelopperait de la substance gélatineuse.

4028. Le *tan* sert à préparer le cuir pour les usages économiques, en le rendant moins souple et moins corruptible. On commence par traiter les peaux fraîches par une eau de chaux, qui fait que les poils et l'épiderme s'enlèvent plus facilement; après cette opération, on plonge les peaux dans des fosses pleines d'eau, en séparant chaque couche de peaux par une couche de tan. Dans d'autres endroits, on a reconnu que l'opération marchait plus vite, en faisant des espèces d'outres avec les peaux, les remplissant de tan, et les plongeant, sous cette forme, dans les fosses pleines à leur tour d'eau et de tan. La théorie de cette opération est facile à concevoir, en admettant que le tanin soit un mélange de résine et d'un acide quelconque. L'acide donne à la résine la propriété de se dissoudre dans l'eau, et de pénétrer dans tous les tissus où ce menstrue pénètre. L'ablation de l'épiderme et des poils enlève le principal obstacle à l'introduction du liquide saturé de tanin, et lui ouvre tous les interstices cellulaires. Là, l'acide rencontre, non-seulement les bases incrustées sur les parois cellulaires, mais encore la chaux avec laquelle on a traité les peaux. L'acide se sature, la résine se concrète et perd sa solubilité; elle s'applique comme un vernis sur toutes les surfaces qu'elle touche; elle les rend pour ainsi dire imperméables et imputrescibles; et le cuir *tanné* n'est alors qu'un cuir imprégné de résine. Si le *tan* était plus cher, on pourrait employer tout aussi bien au tannage un mélange de résine ordinaire et d'acide oxalique ou tartrique; on obtiendrait certainement les mêmes résultats.

4029. Acides gallique, ellagique, pyrogallique et métagallique. — Et la liste n'est pas arrêtée et close en dernier ressort. La méthode qui a conduit à ces quatre résultats marche par embranchements dichotomiques; quand elle vous a amené à un acide elle vous a mis sur la voie de deux ou trois autres.

4030. L'acide gallique s'extrait de la noix de galle : « On pensait, jusque dans ces derniers

temps, dit Thénard, ou plutôt le rédacteur de la sixième édition du *Traité de chimie*, que l'acide gallique, découvert par Schéele, existait tout formé dans la noix de galle, d'où on le retire. C'est M. Pelouze qui a fait voir qu'il résulte de l'action de l'oxygène de l'air sur le tanin ou acide tannique. » Thénard est dans l'erreur, car il n'est pas de livre chimique dans lequel on n'ait constaté que l'acide gallique provient de la décomposition du tanin, et que, pour l'obtenir, il faut abandonner le tanin à l'air. Mais Thénard aurait dû mentionner, à côté de l'opinion de Pelouze, l'opinion diamétralement opposée de Robiquet, opinion également académique, d'après laquelle il résulterait 1° que le tanin ne se transforme pas en entier en acide gallique (ce qui est évident, puisque le tanin est un mélange assez hétérogène); 2° que le tanin n'est pas le plus soluble de tous les corps contenus dans la noix de galle (ce qui nous paraît également évident); 3° que l'acide gallique se dépose également, lorsqu'on tient l'infusion de la noix de galle dans un flacon hermétiquement fermé (ce que nie Chevreul). Mais à l'égard de cette dernière circonstance, il est bon de remarquer que l'infusion de noix de galle peut reprendre, dans ses tissus microscropiques, de l'air atmosphérique, aussitôt après son refroidissement, rien n'absorbant plus l'air que les corps poreux, et, parmi eux, que les tissus organisés. Ensuite la divergence des auteurs pourrait bien venir aussi de ce que les uns ont opéré à la lumière, et les autres après avoir déposé l'infusion à l'obscurité, deux circonstances capables de donner des résultats diamétralement opposés. A la suite de ses objections, Robiquet élevait des doutes sur l'existence du tanin comme corps simple, opinion conforme à tous les principes développés dans la première édition de cet ouvrage. Revenons à l'acide gallique. Schéele l'obtenait en pulvérisant la noix de galle, la laissant infuser trois ou quatre jours avec huit parties d'eau, abandonnant l'infusion dans un vase couvert d'un papier; dans l'espace de deux à trois mois, selon la température, l'eau était entièrement évaporée, la solution était couverte de moisissures et renfermait un précipité cristallin; il exprimait le dépôt dans un linge, le traitait par l'eau bouillante, évaporait doucement, et par le refroidissement il se déposait des cristaux grenus et soyeux d'acide gallique. Dans cet état il est coloré; on le décolore par le charbon, on filtre et on laisse cristalliser. L'acide gallique est styptique, sans odeur; il est soluble dans 100 fois son poids d'eau froide, et dans une quantité moindre d'eau bouillante; plus soluble dans l'alcool que dans l'eau, peu soluble dans l'éther, il s'altère au contact de l'air, se couvre de moisissures et *produit une matière noire*. Il produit avec la baryte, la chaux et la strontiane, des précipités blancs qui se dissolvent dans un excès d'acide, et cristallisent en aiguilles prismatiques qui deviennent bleues ou verdâtres à l'air, si la baryte est en excès, et rouges si la baryte domine. Il ne décompose pas les sels de protoxyde de fer, mais précipite les sels de peroxyde en bleu foncé; la liqueur se décolore en quelques jours et devient verdâtre; l'acide sulfurique reprend à l'acide gallique tout l'oxyde de fer. L'acide gallique n'occasionne aucun trouble dans la solution de gélatine.

4031. De l'ensemble des circonstances de la préparation de cet acide, et des caratères qu'il présente, nous croyons pouvoir conclure que cet acide n'est rien moins qu'un acide pur; et tout nous porte à croire que c'est un sel acide à base ammoniacale. Car il est impossible que, dans une infusion qui produit des moisissures, il ne se soit pas développé de l'ammoniaque (924); si cela est, comme on ne saurait le nier, il est impossible qu'il n'y ait pas eu combinaison entre l'ammoniaque et l'acide. La couleur noire que contracte l'acide à l'air, cette carbonisation lente et progressive, indique suffisamment que dans le mélange il entre des sucs susceptibles de s'organiser et de se désorganiser; et les phénomènes de coloration si variables que prend l'acide combiné avec les bases, quand on abandonne la combinaison à l'air, offre trop d'analogie avec ce qui se passe à l'égard de la matière verte végétale, pour qu'on ne soit pas en droit de soupçonner, dans ce prétendu acide, la présence d'une substance organisatrice. L'analyse élémentaire, qui n'a jamais pu constater la moindre trace d'azote dans la gomme arabique (1121), aurait mauvaise grâce à opposer à cette opinion qu'à l'analyse l'acide gallique ne donne point d'azote; nous ajouterons à l'appui, que tous les sels ammoniacaux qui sont mêlés à une solution organisatrice, finissent par charbonner celle-ci quand on abandonne le mélange à l'air, alors même que le sel offrirait un excès d'acide. Maintenant en ne tenant compte que de l'analyse élémentaire, telle que nous la donnent les auteurs classiques, nous pouvons la reproduire, en mélangeant ensemble 1 partie d'huile essentielle non oxygénée et 3 parties d'acide oxalique, deux substances qu'il est plus que permis de supposer dans la noix de galle. En effet,

| | Carbone. | Oxygène. | Hydrogène. |
|---|---|---|---|
| 1 huile essentielle. | 87 | | 13 |
| 3 acide oxalique anhydre . . . | 99 | 198 | |
| | 186 | 198 | 13 |
| Total divisé par 4 | $=\frac{186}{4}=46,50$ | $\frac{198}{4}=49,50$ | $\frac{13}{4}=3,25$ |

nombres que nous ne donnons qu'à cause de la concordance du chiffre de l'hydrogène avec celui de l'analyse de l'acide gallique, mais qui présentent cela de particulier, que le chiffre hypothétique du carbone est celui de l'oxygène dans l'analyse classique, et *vice versâ*. S'il n'y a pas erreur dans les résultats obtenus, nous prédisons que l'on trouvera tôt ou tard une analyse d'acide, dont les nombres seront exactement ceux que nous venons de supposer.

4032. L'acide *ellagique*, du mot *galle* renversé, est certainement encore un produit de la classe de l'acide mucique (3105) : c'est un gallate de chaux acide, ou plutôt un oxalate acide de chaux. Pour l'obtenir, en effet, on traite le dépôt cristallin de la noix de galle par l'eau bouillante, qui dissout l'acide gallique et respecte l'acide *ellagique;* on met ce résidu inattaqué en contact avec une dissolution de potasse très-étendue ; on filtre la liqueur, et on l'abandonne au contact de l'air. Il se forme alors un précipité nacré, que les auteurs croient avoir existé en dissolution et qui n'y était peut-être qu'en suspension. C'est à leurs yeux un *ellagate* de potasse. Ils lavent le précipité, jusqu'à ce que l'eau sorte incolore, versent dessus de l'acide hydrochlorique faible qui enlève la potasse ; et l'acide ellagique se précipite pur, sous forme de poudre insipide, d'un blanc un *peu fauve, qui rougit à peine le tournesol*, à peine soluble dans l'eau bouillante et insoluble dans l'eau froide, qui se décompose et se charbonne au feu, qui ne fond point à la flamme d'une bougie, mais brûle avec une sorte de scintillation, exactement comme l'oxalate de chaux. Sa composition élémentaire a été trouvée par Pelouze :

| Carb. | Oxyg. | Hydr. |
|---|---|---|
| 55,69 | 41,83 | 2,48 |

C'est à peu près l'analyse de l'acide pyrocitrique.

4033. L'acide *pyrogallique* s'obtient en soumettant l'acide gallique à une température de 215 à 220° : il se décompose en acide carbonique et en acide pyrogallique, extrêmement soluble dans l'eau et dans l'alcool, moins soluble dans l'éther, rougissant très-faiblement la teinture de tournesol, qui noircit à 250°, ne trouble pas les eaux de chaux, de baryte, de strontiane, forme avec la soude et l'ammoniaque des sels solubles qui *se décomposent à l'air,* en produisant une matière rouge, ramène au minimum les sels de fer *au maximum,* en colorant en rouge la dissolution, et dont l'analyse élémentaire est :

| Carb. | Oxyg. | Hydr. |
|---|---|---|
| 57,61 | 37,09 | 4,70 |

nombres qui résulteraient également du mélange de parties égales de

| | Carb. | Hydr. | Oxyg. |
|---|---|---|---|
| Huile essent. non-oxygénée. . . . | 87 | | 13 |
| Acide carbonique. | 27 | 73 | |
| | 114 | 73 | 13 |
| | $\frac{114}{2}=57$ | $\frac{73}{2}=36,50$ | $\frac{13}{2}=6,50$ |

4034. Enfin l'acide *métagallique* s'obtient en exposant l'acide gallique à une température de 250 à 260° ; il se dégage de l'acide carbonique et de l'eau, et il reste dans le fond du vase une poudre noire qui prend le nom d'acide métagallique, et qui ne se distingue de l'ulmine qu'en ce qu'elle est insoluble dans l'alcool, lequel, d'après les chimistes, dissout fort bien la première. La composition élémentaire en serait :

| Carb. | Hydrog. | Oxyg. |
|---|---|---|
| 72,86 | 23,96 | 3,18 |

4035. Comment oser encore aujourd'hui classer les produits de la carbonisation et de la désorganisation au nombre des principes organiques? Et qui ne voit que les nombres de l'analyse varieront à l'infini, selon que l'on poussera plus ou moins loin l'exposition au feu (1140)? Quant à l'insolubilité de cette substance dans l'alcool, c'est un caractère dont nous croyons avoir apprécié justement l'absurdité en nous occupant de l'ulmine ; la solution de l'ulmine dans l'alcool n'étant qu'une suspension, il est évident que ce caractère dépendra de la pesanteur spécifique du produit charbonné; un oxalate de chaux à demi carbonisé montera moins facilement en suspension que le noir de fumée.

4036. ACIDES BENZOÏQUE, SUCCINIQUE ET CAMPHORIQUE. — Nous ne nous arrêterons pas longtemps à démontrer que ces acides ne sont qu'un mélange d'acide acétique ou carbonique ou autre et de l'huile essentielle dont ils tirent leur dénomination ; cette dénomination découle de tout ce

que nous venons d'exposer ci-dessus. L'acide succinique et l'azide benzoïque s'obtiennent également par la distillation du succin et du benjoin; ils se subliment à la cornue, mêlés à de l'huile essentielle, et il se dégage beaucoup d'acide acétique. L'acide succinique rougit très-fortement le tournesol ; il cristallise en forme de prismes indéterminés; il est blanc, d'une saveur âcre; il est inaltérable à l'air. L'acide benzoïque est solide, blanc, légèrement ductile, rougissant sensiblement la teinture de tournesol, d'une saveur piquante et amère, prenant l'odeur de l'encens, lorsqu'on le distille avec certaines résines; chauffé à l'air libre, il se vaporise en une fumée blanche, qui s'enflamme à l'approche d'un corps en ignition, et répand une fumée irritante; l'eau bouillante en dissout une grande quantité. L'acide camphorique s'obtient en traitant le camphre par 12 parties d'acide nitrique, éliminant celui-ci par la distillation, arrêtant le feu quand il ne se dégage plus de vapeurs rutilantes ; l'acide camphorique cristallise par le refroidissement ; il est peu soluble dans l'eau; l'acide camphorique ne saurait être que le camphre mêlé à un peu d'acide nitrique, que l'analyse ne sera pas plus habile à constater qu'elle ne l'est à constater la présence de l'ammoniaque dans la gomme. Il pourrait se faire aussi que le camphre renfermât des acétates, dont l'action de l'acide nitrique éliminerait alors l'acide, qui se mêlerait à l'huile essentielle.

4037. Essayons de combiner de toutes pièces parties égales de :

| | Carbone. | Oxygène. | Hydrogène. |
|---|---|---|---|
| Huile essentielle non oxygénée | 87 | | 13 |
| Acide carbonique. . . . . . | 27 | 73 | |
| Nous aurons à l'analyse élémentaire | $\frac{114}{2}=57$ | $\frac{73}{2}=36,5$ | $\frac{13}{2}=6,5$ |

nombres presque exactement les mêmes que ceux de l'acide camphorique d'après l'analyse de Liebig : carbone 56,167, oxygène 36,852, et hydrogène 6,981.

4038. Nous avons dit déjà qu'en associant :

| | Carbone. | Oxygène. | Hydrogène. |
|---|---|---|---|
| 1 partie d'huile essentielle . . | 87 | | 13 |
| 2 d'acide carbonique . . . . | 54 | 146 | |
| on aurait. . . . . | $\frac{141}{3}=47$ | $\frac{146}{3}=48,66$ | $\frac{13}{3}=4,33$ |

nombres fort voisins de ceux de l'acide succinique de Berzélius.

4039. En mélangeant ensemble :

| | Carbon. | Oxyg. | Hydr. |
|---|---|---|---|
| 2 huile essentielle | 174 | | 26 |
| 1 acide oxalique | 33 | 67 | |
| nous trouverions | $\frac{207}{3}=69$ | $\frac{67}{3}=22,33$ | $\frac{26}{3}=8,66$ |

nombres qui se rapprochent déjà beaucoup de l'analyse de l'acide benzoïque par Wœhler et Liebig, et encore davantage de celle du même acide par Ure.

4040. Après tout ce que nous venons d'exposer sur les acides les mieux accrédités, il serait peu rationnel de nous arrêter à démontrer que l'acide oxalhydrique n'est que l'acide oxalique mêlé à l'acide nitrique et nitreux, et surtout aux substances que l'acide nitrique n'a pas encore transformées en acide oxalique; ou que l'acide caïncique, extrait du *chioccosa racemosa*, n'est certainement que de l'acide acétique plus ou moins glutineux. Il serait injuste de nous occuper de ces deux-là de préférence aux deux ou trois cents de même force, qui se sont rabattus, comme une nuée, dans le domaine de la chimie organique, depuis que les sociétés savantes ont ouvert à deux battants les portes de leur sanctuaire à ces applications faciles du même procédé.

4041. La nature organisée ne possède qu'un seul acide non azoté, l'acide carbonique, qui, en s'associant à de l'huile essentielle, donne l'acide acétique, et, en s'associant à l'oxyde de carbone, donne l'acide oxalique. Et ces deux combinaisons, en se mélangeant à de l'eau et aux diverses substances qu'ils sont capables de rendre solubles, peuvent, par d'infinies combinaisons, devenir une source intarissable d'acides de dénominations nouvelles, et qui devront, aux variations de proportions ou des éléments du mélange, les caractères de leur spécialité.

---

## DEUXIÈME GENRE.

## ACIDES AZOTÉS.

4042. Aucun de ces acides n'existe libre dans la nature ; ils sont tous les produits de la manipulation et de la désorganisation des tissus ; et la plupart sont à leur tour les agents les plus désorganisateurs que l'on connaisse. De même que nous avons démontré que tous les acides non azotés émanent de l'acide carbonique, de même les acides

son azotés émanent d'un seul produit azoté qui joue le rôle d'acide radical, quand ils ne sont pas un mélange plus ou moins compliqué d'ammoniaque, d'hydrogène carboné, et de l'acide employé par les expérimentateurs dans les procédés d'extraction. Le plus grand nombre demande à être soumis à une nouvelle étude, qui tiendra compte de la théorie des mélanges organiques, et fera la part des mélanges terreux que l'analyse a oubliés si souvent dans les cendres.

4043. ACIDES HYDROCYANIQUE OU PRUSSIQUE, CYANIQUE, et leur radical CYANOGÈNE. — L'acide hydrocyanique ou prussique, ce poison qui frappe les animaux et les végétaux comme la foudre, ne saurait exister libre dans la nature organisée, au moins en une certaine quantité, ce qui est évident; on en retrouve l'odeur dans les feuilles de laurier-cerise, la saveur et l'odeur dans les amandes amères, l'amande de cerises noires, les amandes, les feuilles et les fleurs de pêcher, dans quelques écorces, et jusque dans la gomme arabique, et surtout dans la gomme du pays, quand on la traite par l'acide hydrochlorique ou autres réactifs (3122). Il s'en forme dans la décomposition violente des substances organiques fortement ammoniacales; il existe probablement à l'état de combinaison dans certains liquides, et peut-être dans le sang. On l'obtient ou on l'isole artificiellement, en traitant le bicyanure de mercure ou le cyanure de potasse par l'acide hydrochlorique liquide et légèrement fumant, ou bien encore le bicyanure de mercure par l'hydrogène sulfuré. On se sert d'une cornue tubulée à long col courbé à angle droit et plongeant dans un flacon entouré de glace. On introduit le cyanure en poudre par la tubulure; on verse l'acide par un tube à trois branches; on chauffe la cornue avec modération, ou on la tient à demi plongée dans l'eau à 50 et 60°; l'acide hydrocyanique se volatilise et vient se condenser dans le flacon entouré de glace. Lorsqu'on se sert de l'hydrogène sulfuré, on fait passer les vapeurs par un tube horizontal rempli, 1° de carbonate de plomb, pour dépouiller l'acide hydrocyanique de l'hydrogène sulfuré; et 2° de chlorure de calcium pour le dépouiller d'eau. Pour faire parvenir l'hydrogène sulfuré sur le cyanure de mercure, on met en communication, avec la tubulure de la cornue qui le renferme, le ballon dans lequel se trouvent en contact le sulfure de fer et l'acide sulfurique étendu d'eau.

4044. L'acide prussique est liquide à la température ordinaire, transparent, incolore, d'une densité de 0,70583 à +7°, et celle de sa vapeur est de 0,9476; il rougit légèrement la teinture de tournesol; son odeur forte et pénétrante monte à la tête et donne des étourdissements; très-étendu, il a l'odeur d'amandes amères. Une goutte déposée sur la langue ou sur l'œil d'un chien, le frappe de mort après deux ou trois bâillements; la vapeur même en est mortelle, si on la respire en trop grande quantité. D'après Siméon, Nonat et Persoz, le chlore serait l'antidote de l'acide prussique, et, d'après Murray, l'ammoniaque aussi, si on parvenait à l'administrer sur-le-champ. Cet acide bout à 26,5, se congèle à — 15, se décompose à la pile en hydrogène, qui se porte au pôle négatif, et en cyanogène, qui se porte au pôle positif; il se décompose spontanément à la lumière directe, en moins d'une heure dans des vaisseaux fermés, en moins de quinze jours à la lumière diffuse; il prend alors une couleur d'un brun rougeâtre de plus en plus foncée, et finit par se convertir en masse noire qui exhale une odeur d'ammoniaque. Pour le conserver, il faut le tenir à l'obscurité. Il prend feu sur-le-champ à l'approche d'un corps en combustion; il se combine avec les oxydes métalliques en général. Avec le fer, dans l'eau, il produit du bleu de Prusse, et il dégage de l'hydrogène. On en a opéré l'analyse élémentaire, en faisant passer une égale quantité de vapeurs de cet acide à travers deux tubes incandescents, l'un rempli de limaille de fer, et l'autre de bi-oxyde de cuivre, et recueillant les produits gazeux. Le premier tube a donné un volume d'azote et un volume d'hydrogène, plus du carbone; le second, deux volumes de gaz acide carbonique et un volume d'azote; d'où on a conclu qu'un volume de vapeur d'acide hydrocyanique doit être composé d'un volume de vapeur de carbone, un demi-volume d'azote, et un demi-volume d'hydrogène, ou d'un demi-volume d'hydrogène et un demi-volume de cyanogène. Mais nous avons déjà fait observer que le fer et le cuivre absorbent une quantité considérable d'azote et peut-être d'hydrogène; en sorte que cette seule considération suffit pour inspirer des doutes sur l'exactitude de cette détermination.

4045. L'*acide cyanique* n'existe pas plus dans la nature que l'acide *hydrocyanique*. Il se produit lorsqu'on calcine un cyanure métallique avec le nitrate de potasse, et surtout avec le protoxyde de manganèse; en chauffant la potasse dans le cyanogène; en dissolvant le cyanogène dans une dissolution de potasse ou de soude; en traitant le chlorure de cyanogène par les alcalis, en décom-

posant par le feu l'urée pure et sèche. Dans les quatre premiers procédés, il se forme un cyanate. On le dégage en chauffant le vase distillatoire jusqu'au rouge, et ayant soin d'entourer de glace le récipient. L'acide se condense hydraté en un liquide incolore très-fluide, très-volatil, d'une odeur piquante qui affecte les yeux. La moindre goutte déposée sur la peau y produit une ampoule. Il rougit le papier de tournesol; il se décompose en quelques minutes en refroidissant; il se trouble, devient laiteux, bout en s'échauffant spontanément et fortement, s'épaissit, et produit dans la masse des explosions telles, que la matière est projetée de tous côtés, et que le vase semble sur le point de se briser en mille pièces. L'alcool absolu s'échauffe par la vapeur d'acide cyanique, entre en ébullition sans laisser dégager aucun gaz permanent, se trouble, et dépose une quantité considérable de cristaux, qui sont composés d'acide cyanique, d'eau et d'alcool. Il se compose, d'après Wœhler, de 35,29 de carbone, de 41,18 d'azote, et de 23,53 d'oxygène.

4046. Le *cyanogène* se dégage lorsqu'on chauffe convenablement le cyanure de mercure bien sec dans une cornue ou dans un tube fermé par un bout. Le cyanure commence à noircir, il paraît se fondre comme une matière animale, et il se transforme alors en cyanogène, qui se dégage abondamment, et en mercure, qui se volatilise. Il se sublime aussi du cyanure; il se dégage de l'azote, et il reste dans la cornue un carbure mercuriel, lequel se décompose, à une température élevée, en mercure et en noir de fumée. Si le cyanure employé était humide, on obtiendrait, au lieu de cyanogène, de l'acide carbonique, de l'ammoniaque, et beaucoup de vapeurs d'acide hydrocyanique. Le cyanogène est formé de 1 volume d'azote, et de 1 volume de carbone, d'après ceux qui font le carbone = 76,43, et de deux volumes de carbone d'après les autres. Il est gazeux, inflammable, d'une odeur vive et pénétrante, d'une densité de 1,8064, rougissant sensiblement la teinture de tournesol, qui reprend sa couleur lorsqu'on le chauffe, vu que le gaz se dégage mêlé à de l'acide carbonique. Il résiste à un degré de chaleur élevé; il ne s'unit à l'oxygène et à l'hydrogène qu'à l'état de gaz naissant, et produit alors avec l'un de l'acide cyanique, et avec l'autre de l'acide hydrocyanique. Il se combine avec une partie et demie d'hydrogène sulfuré en une substance jaune qui cristallise en aiguilles fines; il se combine dans les mêmes proportions avec l'ammoniaque. Le mélange diminue considérablement de volume, et les parois du tube où se fait le mélange se couvrent d'une matière brune et solide. Avec l'ammoniaque liquide, il se produit de l'urée, de l'oxalate d'ammoniaque, de l'hydrocyanate d'ammoniaque, et une grande quantité de matière charbonneuse. Ainsi, d'après la découverte de Wœhler, l'urée, cette substance si simple dans nos catalogues, doit être rangée dans les sels; c'est un cyanate d'ammoniaque.

Le cyanogène forme des cyanures avec les métaux, avec le chlore.

4047. Rapprochons l'analyse élémentaire de ces trois corps.

| | Carb. | Azote. | Oxyg. | Hydrog. |
|---|---|---|---|---|
| Cyanogène. . . . . . | 46,34 | 53,66 | | |
| Acide cyanique. . . . . | 35,29 | 41,18 | 23,53 | |
| Acide hydrocyanique . . | 44,69 | 51,66 | | 3,65 |

Si, d'un autre côté, nous rapprochons les analyses des principales combinaisons que forme le carbone avec l'oxygène, nous trouverons que, dans la première, l'azote tient exactement la place de l'oxygène dans l'oxyde carbonique, et offre presque les mêmes rapports de poids avec le carbone. Par exemple :

| | Carbone. | Oxygène. |
|---|---|---|
| L'oxyde de carbone | = 43,32 | 56,68 |
| | Carbone. | Azote. |
| Le cyanogène | = 46,34 | 53,66 |

En réunissant en un même poids l'azote et l'oxygène de l'acide cyanique, nous trouverons que le carbone y offre presque le même rapport de poids, que dans l'acide oxalique anhydre.

| | Carbone. | Oxygène. |
|---|---|---|
| Acide oxalique | = 33,760 | 66,240 |
| | Carbone. | Oxyg. et azote. |
| Acide cyanique | = 35,290 | 64,710 |

et les nombres de l'analyse de l'acide hydrocyanique représentent exactement ceux de l'analyse d'un mélange formé par une partie d'huile essentielle non oxygénée ou carbure d'hydrogène, et trois parties d'acide carbonique. En effet :

| | Carbone. | Oxyg. | Hydrog. |
|---|---|---|---|
| Carbure d'hydrog. | = 87 | | 13 |
| 3 acide carboniq. | = 81 | 219 | |
| | 168 | 219 | 13 |
| Total divisé par 4 | $\frac{168}{4}$ = 42,00 | $\frac{219}{4}$ = 54,75 | $\frac{13}{4}$ = 3,25 |
| | Carbone. | Azote. | Hydrog. |
| Acide hydrocyanique = | 44,69 | 51,66 | 3,65 |

4048. Il nous serait donc permis de considérer l'acide cyanique comme un mélange intime d'a-

-cide carbonique et de cyanogène, de même que nous avons considéré l'acide oxalique comme un mélange intime d'oxyde de carbone et d'acide carbonique, et l'acide hydrocyanique comme un mélange intime d'hydrogène carboné et de cyanogène en très-grande proportion ; conjecture qui acquerra une plus grande importance dans l'exposition de la théorie atomistique, telle que nous l'exposerons à la fin du volume.

4049. En chauffant le sulfure de cyanogène, Liebig a obtenu un corps jaune, pulvérulent, insipide, inodore, insoluble dans l'eau et dans tous les liquides neutres, qui ne se décompose qu'à une température susceptible de ramollir le verre, et qu'il a nommé *mellon*. L'histoire de cette substance laisse encore beaucoup à désirer. On ne doit jamais perdre de vue que rien n'est plus en état d'augmenter le nombre des substances, que la décomposition d'une substance, dont les éléments ont aussi peu d'affinité entre eux que le cyanogène.

4050. ACIDES OBTENUS DE L'URINE; OU ACIDES URIQUE, CYANURIQUE, CYANILIQUE, PARACYANURIQUE, PURPURIQUE, ROSACIQUE, HIPPURIQUE, ALLANTOÏQUE. — Aucun de ces acides, sans exception, ne préexiste à son extraction ; tous sont des mélanges acides, et quelques-uns sont des doubles emplois les uns des autres ou des substances déjà connues sous d'autres noms. Leur étude est tout entière à reprendre, d'après d'autres errements que ceux de l'ancienne méthode.

4051. L'*acide urique* s'obtient en traitant à chaud, par la potasse ou la soude caustique, les sédiments jaunâtres ou rougeâtres de l'urine, et versant, dans la dissolution alcaline, de l'acide hydrochlorique, qui précipite l'acide urique en flocons blancs, lesquels perdent peu à peu leur volume et se réduisent en petites paillettes brillantes ; on filtre, on lave, et on laisse sécher. Cette substance ne se décompose qu'à la chaleur rouge ; l'eau à 15° n'en dissout que la 1720° partie, et bouillante que la 115°. Il n'a ni saveur ni odeur ; il n'a aucune action sensible sur la teinture du tournesol. En brûlant, il répand une forte odeur d'acide prussique, dégage de l'hydrocyanate d'ammoniaque et un sublimé brun clair ou jaune, et laisse un charbon d'un certain volume. Dans le chlore, il se gonfle, donne lieu à de l'acide carbonique et à de l'acide cyanique, à de l'acide oxalique et à de l'ammoniaque. Par l'acide nitrique, il se transforme en *acide purpurique*, en une petite quantité d'une matière rouge particulière, en acide oxalique ; la solution, évaporée à siccité, prend une couleur rouge qui disparaît quand on étend d'eau le mélange. Chauffé avec la potasse, il ne brunit point, laisse dégager de l'ammoniaque, et forme un oxalate et un carbonate de potasse, ainsi qu'un cyanure de potassium. Liebig l'a trouvé composé de 36,083 de carbone, 33,361 d'azote, 2,441 d'hydrogène, 28,186 d'oxygène.

4052. Il se forme trop de choses, par la décomposition de ce prétendu acide, pour qu'il soit un composé d'une seule chose. Qu'est-ce qu'un acide qui ne rougit pas la teinture de tournesol, qui est à peine soluble dans l'eau ? Ne peut-on pas se le représenter d'avance comme un mélange d'albumine, d'oxalate double de chaux (car on n'en a pas examiné les cendres) et d'ammoniaque, de cyanate d'ammoniaque et de chaux, enfin d'oxalate de fer qui communiquerait la couleur rouge par la réaction de l'acide nitrique condensé ? L'acide urique serait dans les urines le pendant de l'acide mucique dans la gomme (3105).

4053. L'*acide cyanurique* ou *pyrurique* s'obtient, en chauffant peu à peu l'urée (cyanate d'ammoniaque) dans une cornue de verre ; la substance fond à 120°, se décompose bientôt, épaissit, et donne pour residu une poudre d'un blanc jaunâtre, incolore, insipide, rougissant sensiblement le tournesol; peu soluble dans l'eau froide, beaucoup plus dans l'eau chaude, d'où il se sépare en cristaux qui s'effleurissent à l'air. Qui ne voit qu'on obtiendra toujours un acide, en faisant chauffer un mélange de sels ammoniacaux, dont l'un sera formé d'un acide fixe ? Un oxalate double de chaux et d'ammoniaque, fournira un acide analogue, si on le soumet à un commencement de calcination. L'acide cyanurique serait composé, d'après Wœhler et Liebig, de 60,825 de cyanogène, de 36,874 d'oxygène, de 2,301 d'hydrogène.

4054. L'*acide cyanilique* ne diffère presque pas de l'acide cyanurique. Liebig l'a obtenu en traitant le *mellon* (40 9) par l'acide nitrique bouillant, jusqu'à ce que le *mellon* soit devenu blanc. On décante, on lave à l'eau froide, et on traite par l'eau bouillante qui dissout l'acide cyanilique, et le laisse déposer par le refroidissement.

4055. L'*acide paracyanurique*, également créé par Wœhler et Liebig, s'obtient en traitant le cyanate de potasse par l'acide hydrochlorique, ou en décomposant ce sel en fusion par le gaz hydrochlorique sec ; enfin en triturant le cyanate de potasse par l'acide oxalique cristallisé. Il se dégage une forte odeur d'acide prussique; on

traite la masse par l'eau bouillante à plusieurs reprises ; l'acide cyanurique reste en poudre ; la matière blanche que dissout l'eau paraît être de l'acide paracyanurique; mais celui-là est encore moins certain que les autres.

4056. L'*acide purpurique* s'obtient, en traitant à 34° l'acide urique par 100 parties d'acide nitrique; il y a effervescence, et la dissolution prend une belle couleur rouge écarlate. On sature par un lait de chaux, qui précipite un sel blanc et cristallin, de l'eau mère qui reste rouge; on lave, on dissout le sel calcaire par l'acide acétique; on précipite la chaux par l'acide oxalique, on évapore à siccité, on traite l'extrait par l'alcool qui dissout l'acide purpurique. Cet acide ne cristallise que difficilement ; à une douce chaleur il prend l'aspect d'une gomme, et reste sec et transparent par le refroidissement.

4057. L'*acide rosacique* ne se trouve que dans quelques urines ; il se dépose en sédiment rosacé, dans le cours des fièvres intermittentes, c'est l'acide urique rouge ; cet acide s'obtient en traitant le sédiment par l'alcool bouillant, et en faisant évaporer la dissolution.

4058. L'*acide hippurique* existe surtout dans l'urine des quadrupèdes herbivores : on verse de l'acide hydrochlorique dans l'urine des quadrupèdes; l'acide hippurique se précipite sous forme d'un dépôt cristallin jaune brun ; on dissout ce précipité dans un mélange de chaux et d'eau ; on fait digérer la liqueur avec du charbon animal, on la filtre chaude, on y verse de l'acide hydrochlorique *jusqu'à ce qu'elle ait une saveur acide* ; et par le refroidissement l'acide hippurique se dépose en longues aiguilles.

4059. L'*acide allantoïque*, d'abord nommé *acide amniotique* (2030), est solide, blanc et brillant, sans odeur, sans saveur, rougissant faiblement le tournesol ; se décompose au feu en carbonate d'ammoniaque, en huile empyreumatique, etc., etc., et laisse un charbon volumineux. L'eau n'en dissout que $\frac{1}{400}$ de son poids, l'alcool en dissout à peine ; il se dissout plus facilement dans ces liquides bouillants. Pour l'obtenir, on évapore les eaux de l'allantoïde de la vache, on traite l'extrait par l'alcool bouillant ; l'acide se dissout dans l'alcool bouillant et s'en sépare par le refroidissement. Comment ne pas voir que dans un extrait composé d'albumine, d'un acide libre qui est l'acide acétique, d'hydrochlorate d'ammoniaque et de sels de diverses natures, l'alcool peut se charger d'une quantité considérable de toutes ces choses à la fois, à la faveur de l'acide acétique qui sert de menstrue à toutes, et cela beaucoup plus à chaud qu'à froid ? N'avions-nous pas assez de l'acide lactique (3375) ? D'après Liebig, l'acide allantoïque serait composé de 31,87 de carbone, 29,51 d'azote, 3,89 d'hydrogène, et 34,73 d'oxygène.

4060. ACIDE ASPARMIQUE OU ASPARTIQUE.— On se procure cet acide en traitant l'asparagine par l'oxyde de plomb, puis par l'hydrogène sulfuré, ou bien en décomposant l'asparagine par l'eau de baryte en ébullition, et traitant le précipité par l'acide sulfurique. On conçoit qu'en traitant de la sorte un oxalate d'ammoniaque résineux, on mettrait en liberté l'acide oxalique avec un caractère tout spécial. D'après Pelouze et Boutron-Charlard, cet acide serait formé de 42,16 de carbone, 12,20 d'azote, 4,37 d'hydrogène, 41,27 d'oxygène.

4061. ACIDE INDIGOTIQUE. — On traite à chaud l'indigo de bonne qualité, par deux parties d'acide nitrique étendu de son poids d'eau. On arrête le feu, quand l'indigo a disparu ; on filtre après avoir enlevé de la surface une matière résinoïde ; on concentre, et il se produit un mélange cristallin d'acide *indigotique* et d'acide *picrique*. On dissout les cristaux dans l'eau bouillante, et on laisse refroidir ; l'acide indigotique cristallise de plus en plus dépouillé d'acide picrique. L'acide indigotique se présente sous forme d'aiguilles blanches groupées en étoiles ; il fond à une douce chaleur, et cristallise par le refroidissement en tables hexagones ; il se volatilise au feu et se sublime en aiguilles blanches ; par la calcination, il se produit de l'azote, de l'acide carbonique, et il reste un charbon volumineux. L'eau froide en dissout 1/1000 de son poids, l'eau bouillante et l'alcool le dissolvent en toutes proportions.

4062. Soumettons ces résultats à la discussion. L'indigo du commerce est un mélange de matière colorante, d'huile essentielle, de résine, de tissus ligneux et albumineux, et de sels ammoniacaux et calcaires. Il est impossible de traiter un tel mélange par l'acide nitrique sans produire de l'acide oxalique. Il est impossible qu'il se produise de l'acide oxalique, sans qu'il se forme des oxalates d'ammoniaque, de chaux, etc., sels, qui avec un excès d'acide, soit oxalique soit nitrique, seront capables de s'unir à l'albumine, à la résine et aux huiles essentielles, et de former des précipités solubles dans l'alcool, et plus solubles dans l'eau bouillante que dans l'eau froide.

4063. Acide picrique, ou nitropicrique, ou carbazotique, anciennement amer de Welter, ou amer d'indigo, ou jaune-amer. — Celui-ci ne manque pas de noms, s'il manque de réalité; c'est la substance qui se dépose sous forme de poudre jaune, quand on traite l'indigo du commerce par l'acide nitrique, froid, puis bouillant, qu'on renouvelle peu à peu à mesure qu'il se dégage et se décompose. Cet acide cristallise, dit-on, en lames triangulaires jaunes et brillantes, dont la forme primitive serait l'octaèdre à base rhomboïdale; c'est le plus résineux de tous les acides.

4064. Acide cholestérique. — C'est un mélange de cholestérine et de l'acide nitrique, dans lequel on l'a dissoute.

4065. Acide ambréique. — C'est un mélange d'ambre gris et d'acide nitrique dans lequel on a préalablement dissous cette résine.

4066. Quant à la foule scandaleuse des autres acides, nous en avons assez dit sur ceux qui précèdent, pour apprendre à interpréter la formation de ceux dont nous ne parlons pas, et pour rappeler enfin aux auteurs, que le temps approche, où la science, secouant le joug sénile de l'université de France, condamnera au plus rigoureux silence les créations nominales de ce genre-là.

---

## TROISIÈME GENRE.

## MATIÈRES COLORANTES.

4067. Il n'est pas de tissu organisé vivant, animal ou végétal, qui, sous l'influence de l'air et de la lumière, n'élabore une matière qui transmet à notre œil l'impression de l'une ou l'autre des mille nuances du prisme. Dans l'obscurité constante, rien de semblable ne s'engendre, et les tissus, quels qu'ils soient, qui s'y sont développés, ne réfléchissent et ne réfractent que le rayon blanc; ils sont *étiolés*. Si par hasard quelques rayons de la lumière diffuse ont pu se glisser dans le milieu obscur, la blancheur du tissu s'altère, se salit ou se lave d'une légère teinte de jaune qui vire de plus en plus au verdâtre; si l'on transporte l'être vivant peu à peu, et d'une manière graduée de l'obscurité à la lumière, on remarque que peu à peu cette teinte verdâtre devient de plus en plus foncée chez les végétaux; puis, à mesure que l'organe approche de la caducité, elle se mêle au rouge, et finit souvent par se transformer en pourpre. Dans le règne animal, on observe d'autant mieux la transition que l'animal appartient à un degré plus inférieur du bas de l'échelle. Chez les animaux supérieurs, la coloration verte ou jaune est si passagère que sa durée indique un état maladif; c'est la couleur rose, la couleur du sang rouge qui succède presque immédiatement à l'étiolement.

4068. La matière qui se prête à ces transformations chromatiques, n'entre pour rien dans la structure des parois cellulaires, qui forment la charpente des tissus; et par des moyens mécaniques, il est facile de l'extraire et de l'obtenir à part, sans déranger en rien l'économie de structure de l'organisation. Seulement alors le tissu reprend sa belle blancheur, et les parois des cellules leur diaphanéité et leur limpidité incolore, toutes les fois qu'elles ont été assez éventrées pour se vider de tout ce qu'elles renferment (pl. 6, fig. 17, *c*; fig. 20, *b*, *d*).

4069. Quoique aucune de ces sortes de matières n'ait été obtenue à un état complet de pureté, cependant il n'en est pas une dont l'incinération ne donne, en quantité considérable, du fer ou du manganèse d'un côté, et un alcali de l'autre, potasse, soude, ammoniaque ou chaux. Au chalumeau, il est facile de constater la présence du manganèse, dans la plus petite parcelle des pelures de pomme.

4070. Or nous savons que, sous l'influence de l'oxygène et de la lumière, la combinaison de la potasse et du manganèse s'opère, en passant, depuis le blanc jusqu'au rouge, par toutes les nuances du prisme, ce qui a fait donner à cet alliage le nom de *caméléon minéral*. Le fer produit avec les alcalis de semblables phénomènes, dans les couches géologiques, et dans nos laboratoires. Il doit en être nécessairement de même dans la nature organisée, toutes les fois que le métal et l'alcali arrivent à la fois au contact de l'oxygène qu'aspire le tissu vivant. Mais d'un côté nous trouvons que les végétaux et les animaux aspirent les gaz atmosphériques et surtout l'oxygène libre ou combiné, et que toutes les fois que cette absorption a lieu sous l'influence de la lumière, la matière colorante se manifeste par l'un ou l'autre ton de la gamme des couleurs; d'un autre côté la chimie démontre l'existence simultanée de l'alcali et du métal coloripare dans les cendres de toute espèce de matière colorante; l'analogie des deux phénomènes se rapproche,

sans contredit, de la complète identité, et nous sommes en droit de ne voir, dans l'histoire de la matière colorante animale et végétale, que l'histoire du *caméléon minéral*, modifiée par le milieu dans lequel son oxygénation s'opère, se suspend ou s'arrête; la matière colorante des végétaux et des animaux est donc un *caméléon organique*.

4072. Qu'une résine, en effet, vienne, en recouvrant le laboratoire de la matière colorante, intercepter pour celle-ci le contact de l'oxygène aspiré par les tissus, et la coloration s'arrêtera au ton de la gamme où l'aura surprise la formation de cette couche, pour ainsi dire, imperméable; mais qu'un acide ou un alcali survienne dissoudre la résine, qu'une solution de continuité se produise pour briser l'enveloppe résineuse, et la coloration suivra sa marche jusqu'à sa complète oxygénation, laquelle s'arrête au rouge chaud et intense.

4073. La matière colorante étant une transformation oxygénée d'une combinaison inorganique, elle ne saurait présenter à tous les âges de l'individu végétal, ou animal, ni le même ton, ni la même fixité; mais ensuite cette fixité dépendra non-seulement de l'oxygénation, mais surtout de la nature de l'alcali qui s'associe à la molécule métallique. Tout me porte à croire, par exemple, que le *caméléon organique* composé de métal et d'ammoniaque sera moins stable que les autres; que le caméléon à base de soude ou de potasse s'attachera moins intimement aux corps et sera plus vite enlevé par les lavages que le caméléon à base de chaux, la chaux communiquant son insolubilité à tout ce qu'elle neutralise; et les tissus que l'on emploie à la teinture ayant, même après leur mort, une insurmontable affinité pour la chaux; de là l'emploi de la chaux dans certains procédés de teinture.

4074. L'oxygénation tend à communiquer les caractères d'un acide à toute substance qui a la propriété d'en absorber un excès; le caméléon devient de plus en plus un manganésiate, un ferrate, si je puis m'exprimer ainsi, à mesure que la quantité d'oxygène absorbée devient de plus en plus grande : mais en même temps la matière colorante prend une teinte de plus en plus vive de rouge. Si vous ajoutez alors une nouvelle quantité d'alcali fixe, vous détruisez la prépondérance de l'acide, et vous ramenez au bleu et au vert et souvent au jaune la coloration rouge. L'addition d'un acide quelconque, en saturant l'alcali, rend au caméléon la couleur rouge que la présence de l'alcali lui avait enlevée. Il est des couleurs que la potasse et la chaux désorganisent et font virer pour toujours au jaune; il n'est pas improbable de penser que, dans ces couleurs si tendres, le caméléon est à base d'ammoniaque, que la chaux et les alcalis ont la propriété d'éliminer pour toujours.

4075. On connaît des tissus incolores qui prennent tout à coup une couleur jaune, ou bleue, ou rouge, dès qu'une cassure les expose au contact de l'air; l'histoire du caméléon organique se passe alors tout entière en quelques minutes; mais on observe le même changement de couleur, quand on opère la solution de continuité, soit sous l'eau privée d'air, soit sous le gaz azote. Il ne faudrait pas conclure de ce fait, que l'oxygénation soit tout à fait étrangère à ce phénomène; ce serait ignorer que les tissus sont pénétrés, jusque dans leurs plus petites parcelles, d'air atmosphérique, qui circule dans leurs interstices, comme un liquide organisateur (1103). C'est cet air que la solution de continuité met en contact avec le caméléon organique, qui dans le tissu s'en trouvait complétement isolé; il pourrait se faire aussi, dans certains cas, que la coloration spontanée du tissu dans l'eau privée d'air fût, non un cas d'oxygénation, mais un cas de désoxygénation.

4076. Mais ne croyez pas que, parce que vous avez trouvé que tel caméléon organique doit, à la présence de la chaux, les caractères de fixité et de nuance, qui le font rechercher comme une matière colorante, il suffira d'en cultiver la plante dans un terrain riche en calcaire, pour l'obtenir, sous tous les climats et à toutes les expositions, d'une excellente qualité. Puisque l'oxygénation du caméléon organique est un effet de la lumière, il est évident que plus la lumière sera constante et intense, plus la coloration sera d'une supérieure qualité. La plante que vous cultiverez dans le Midi, alors même que le terrain serait moins riche en calcaire, l'emportera toujours, sous ce rapport, sur la plante que vous cultiverez dans les terrains les plus riches du Nord; et sa qualité diminuera, pour ainsi dire, à chaque degré de latitude, à chaque degré d'élévation au-dessus du niveau de la mer. Voulez-vous vous faire une image comme synoptique de ces influences, disposez une série de plantes de la même espèce, avec le même terrain et les mêmes conditions de culture, dans une série d'expositions, en commençant par la partie la plus enfoncée et la plus obscure d'un caveau, et en finissant par l'exposition la plus chaude du midi, et vous aurez

tout autant de qualités de la même couleur, que vous aurez de degrés, dans cette échelle d'expositions successives.

4077. Ne vous hâtez pas non plus de conclure que la chaux n'ait aucune part à la production d'une matière colorante, parce que vous en aurez à peine trouvé des traces dans la terre consacrée à la culture de la plante coloripare. En effet, il est des terrains où le calcaire parvient à la plante, non par le sol, mais par les eaux que l'hygrométricité, la capillarité ou les inondations périodiques mettent constamment en contact avec ses racines, qui se l'assimilent, et l'enlèvent ainsi au sol. Les problèmes de chimie agricole ne doivent pas se résoudre dans le creuset seul du laboratoire; c'est au raisonnement, non pas à décider la question, mais à indiquer les contre-épreuves. Si les eaux apportent à un terrain les matériaux que l'analyse ne lui trouve pas, ce terrain ne manque en définitive de rien de tout ce en quoi le plus riche terrain abonde.

4078. La matière colorante étant considérée comme un caméléon qui se nuance, en s'oxygénant d'une manière progressive, d'un autre côté, les organes qui l'élaborent se développant progressivement à leur tour, en sorte que sur la même branche, sur le même tronçon, il est facile de comprendre qu'il existe des organes de tous les âges, depuis l'organe embryonnaire jusqu'à l'organe mûr et vieilli; il s'ensuit que l'on trouvera aussi, sur le même tissu, si peu étendu qu'il soit, toutes les nuances à la fois de la même matière, depuis la nuance incolore, jusqu'à celle qui forme le caractère recherché par l'industrie et par les arts; celle-ci devenant d'autant plus abondante que la maturité de l'individu approche davantage, mais les autres l'accompagnant encore, et l'altérant, par leur présence, d'une manière plus ou moins prononcée. Pour l'aviver, il faut la purifier et l'isoler, ce qui est possible, quand l'une est soluble dans un menstrue qui refuse de dissoudre l'autre.

D'autres fois la nuance arriérée se complète et atteint le caractère de l'autre, quand le broiement ou la solution de continuité lui transmet en masse la dose d'oxygène, que l'organisation ne lui tamisait qu'atome à atome.

4079. Ces principes généraux une fois établis, nous allons résumer, plutôt qu'approfondir, les procédés d'extraction des matières colorantes et les procédés de teinture. Les bornes de cet ouvrage ne nous permettent pas de donner une plus grande extension à ce chapitre.

## § I. *Espèces les plus ordinaires de matières colorantes.*

4080. Matières colorantes rouges. — 1° *Garance, alizari* (racine du *Rubia tinctorum*); renferme une matière colorante jaune, soluble dans l'eau froide, et une matière colorante rouge, légèrement acide, soluble dans l'alcool et dans l'acide sulfurique, les huiles de térébenthine, de pétrole, inattaquable par les alcalis, et dont la première altérerait la beauté, si on n'avait soin de l'en séparer par une macération plus ou moins prolongée dans l'eau. Robiquet et Collin isolent la matière rouge, qu'ils ont nommée alizarine, soit en sublimant la portion précipitée de l'alcool par l'eau, soit en précipitant par l'eau la dissolution sulfurique, en purifiant le précipité par l'alcool, d'où ils précipitent la matière rouge pure par l'eau. Il faut observer que, sans une certaine précaution, l'acide sulfurique, qui charbonne *tout* ce qui n'est pas matière colorante, pourrait bien aussi charbonner celle-ci. Il me paraît évident que cet effet doit toujours avoir lieu en partie, à moins qu'on ne pense qu'en vertu d'une loi encore indéterminée, l'acide sulfurique fasse un choix parmi les substances qu'il est avide de désorganiser. La matière colorante rouge, d'après Saigey, cristallise en prismes à base carrée, terminés par un biseau de 15° (pl. 16, fig. 1) (*). Ces cristaux ont à peine l'épaisseur de $\frac{1}{300}$ de millimètre; mais ils sont très-longs. Ils s'accolent, soit par leurs grandes faces, et alors ils composent de gros faisceaux prismatiques à 6 pans, dont l'extrémité dégénère en une pointe hérissée de biseaux (fig. 2); soit sous un angle de 15°, et alors ils forment des ramifications en barbes de plumes, dont les nervures sont de gros faisceaux prismatiques, jetant dans le même sens des aiguilles inclinées de 15° (fig. 3) sous formes de dentelures. Le point A est celui par lequel tout l'ensemble tient au réfrigérant; car ces belles cristallisations ont été obtenues par voie de sublimation. Leurs aiguilles sont transparentes, mais leur couleur varie du rouge purpurin au jaune rougeâtre et même au blanc sale. On obtient celle-ci quand on sublime la gelée de garance préalablement lavée à l'eau sur le filtre. Il faut donc considérer ces cristaux comme formés d'une matière résineuse,

(*) Nous devons ce dessin à l'obligeance de Saigey qui l'a calqué à un grossissement de 250 diamètres. (Voy. *Bull. des Sc. phys et chim.*, septembre 1827, p. 195.)



plus ou moins colorée par le rouge de garance. Saigey, qui a assisté à la plupart des expériences faites à cet égard par Kœchlin de Mulhausen, n'a pas eu l'occasion d'examiner l'alizarine blanchâtre dont parle Robiquet.

4081. Toutes les tentatives entreprises pour obtenir isolément une substance inconnue, se ressemblent dans leurs résultats; ce sont de longs travaux en pure perte qui occupent les pages des journaux et ne passent jamais dans les manufactures. On altère la substance principale, à force de vouloir la séparer de ses accessoires ; on la dénature en l'isolant. Il en est peut-être, de la matière colorante de la garance, comme des substances nutritives ; elle n'est telle que par son association. Avant d'annoncer aux manufacturiers que vous l'avez obtenue chimiquement pure, tâchez d'établir en quoi elle consiste et comment elle opère. En teinture il ne s'agit pas d'agir avec des corps simples, mais de colorer. Il ne s'agit pas d'avoir dans les mains de beaux cristaux, mais une dissolution qui produise une belle nuance, quand cette dissolution serait hideuse comme la boue, et fétide comme l'hydrogène sulfuré. Le lavage délivre bien vite le tissu de ces inconvénients de la teinture.

4082. 2° *Orcanette* ( racine de l'*Anchusa tinctoria*). — Insoluble dans l'eau, soluble dans l'éther, l'alcool, les acides, les huiles grasses et volatiles qu'elle colore en beau rouge ; soluble encore dans les alcalis qui la font virer au bleu. Les acides la ramènent au rouge.

4083. 3° *Carthame* (pétales du *Carthamus tinctorius*).— De même que la garance, elle renferme un principe jaune soluble dans l'eau et un principe rouge soluble dans les carbonates alcalins qui la font virer au jaune. On la précipite en rouge par un acide ; le précipité est plus beau avec les acides citrique, tartrique ou acétique, qu'avec un acide minéral. Elle est insoluble dans les huiles grasses et volatiles.

4084. 4° *Bois de sandal rouge* ( *Pterocarpus santolinus*). — Résine insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, et encore mieux dans l'éther qui se colore d'abord en jaune, puis en rouge, et enfin en brun, faiblement soluble dans les huiles grasses et volatiles ; fusible à 100°. Sa solution alcoolique précipite le chlorure d'étain en pourpre, le sulfate de fer en violet foncé, le chlorure de mercure en rouge écarlate, le nitrate d'argent en rouge brun.

4085. 5° *Bois de Brésil* ( *Cæsalpina sapan, crista* et *vesica*) et de Fernambouc ( *Cæs. echinata*). — Soluble dans l'eau (*) et dans l'alcool ; les acides la ramènent au jaune, les alcalis en excès la font passer au violet ou au bleu. Les acides sulfureux, hyposulfureux, hydrosulfurique, la blanchissent.

4086. 6° *Bois de Campêche* ( *Hæmatoxylon campechianum*).—Sa matière colorante ( *hématine*) diffère de la précédente, avec laquelle elle a les plus grandes analogies, en ce qu'elle donne de l'ammoniaque à la distillation , qu'elle est soluble dans l'eau, que l'hydrogène sulfuré et l'acide sulfureux la colorent en jaune, que la couleur bleue produite par sa combinaison avec les alcalis se détruit, en absorbant l'oxygène de l'air (4072), et passe alors du bleu rouge au brun.

4087. Les pétales rouges des fleurs en général, susceptibles d'être ramenés au bleu par les alcalis, possèdent une matière colorante analogue à celle du bois de Campêche.

4088. 7° *Orseille* ( *Lichen roccella, etc.* ).— La matière colorante de cette espèce est le produit artificiel du traitement qu'on lui fait subir, sous l'influence simultanée de l'air et du gaz ammoniaque. Cette matière résineuse, à laquelle Robiquet a donné le nom d'*Orcine*, et Heeren celui d'*Erythrine*, diffère totalement selon les procédés que l'on emploie pour l'extraire. D'après Robiquet, elle est soluble dans l'eau froide et dans l'alcool. D'après Heeren, elle est à peine soluble dans 170 p. d'eau bouillante. D'après le même, elle est insoluble dans l'eau froide, et soluble dans l'éther, peu soluble dans l'huile de térébenthine. On l'obtient par l'alcool ou par l'ammoniaque. Heeren a trouvé de plus , dans l'orseille, une matière jaune qui se décompose à une température peu élevée, une substance incolorable qui n'est que la transformation de l'érythrine par l'action de l'alcool bouillant, un principe colorant rouge vineux, substance qui, ainsi que la matière jaune, n'est encore qu'une transformation.

4089. *Carmine* (extraite de la *cochenille*, insecte

(*) Remarquez que ce bois renferme en abondance de l'acide acétique libre (3999), du tanin (4025), des acétates de potasse et de chaux. Pour l'obtenir, à l'état de pureté, d'après les auteurs, on chasse l'acide acétique par évaporation, on précipite le tanin par la gélatine, et on s'empare de la matière colorante par l'alcool. Elle n'est rouge que lorsqu'elle n'est plus unie à l'acide acétique, ou plutôt lorsqu'il ne reste, de l'acide acétique, que la portion combinée intimement avec la résine et qui la rend soluble dans l'eau.

qui vit attaché aux *cactus*). — Pour l'obtenir, on épuise par l'éther sulfurique, jusqu'à ce qu'il cesse de se colorer en jaune ; ensuite par l'alcool qui se charge de la matière colorante écarlate, laquelle se dépose en partie par le refroidissement. On purifie le précipité à froid par de l'alcool très-concentré. Cette substance, d'un pourpre éclatant, a un œil cristallin ; elle est inaltérable à l'air, fusible à 50° ; altérable par l'iode et par le chlore presque instantanément, par l'acide nitrique, les acides sulfurique et hydrochlorique concentrés ; très-soluble dans l'eau, peu soluble dans l'alcool anhydre ; insoluble dans l'éther, les huiles fixes et volatiles.

4090. MATIÈRES COLORANTES BLEUES.—1° *Indigo* (extrait des feuilles de l'*Indigofera* qui en fournit en abondance, de l'*Isatis tinctoria* qui en fournit peu, et de quelques autres plantes de diverses familles). Cette matière incolore par elle-même, ainsi que la précédente, passe successivement, en s'oxygénant, du blanc au jaune et du jaune au bleu ; elle se précipite alors de l'eau qui la tenait en solution. On la prépare en faisant fermenter les plantes herbacées qui la renferment ; la fermentation n'a d'autre but que de diviser les tissus pour que l'eau puisse s'emparer de toute la matière colorable qu'ils contiennent ; on presse ensuite entre des linges le marc d'indigo ; on le divise en petits cubes que l'on verse dans le commerce. Pour le redissoudre dans l'eau et le rendre propre à la teinture, il faut le désoxygéner ; ce à quoi l'on parvient, entre autres procédés, au moyen d'un mélange de 2 parties de sulfate de fer, 2 de chaux éteinte, 1,50 d'eau et 1 p. d'indigo pulvérisé. La chaux s'empare de l'acide du sulfate, et le protoxyde de fer mis en liberté désoxygène l'indigo ; un mélange de garance et de son peut remplacer le sulfate de fer (*). On plonge ensuite à plusieurs reprises le tissu dans ce bain, et on l'expose à l'air chaque fois. Le marc bleu d'indigo se désagrége dans l'acide sulfurique, et paraît s'y dissoudre, à la faveur de la suspension de ses molécules colorantes et de la dissolution des autres substances qui l'accompagnent. On s'assure au microscope que la matière colorante s'y trouve dans un véritable état de suspension. Aussi a-t-on remarqué que les *bleus de Saxe* ou de *composition*, qui sont teints à l'acide sulfurique, sont moins solides que ceux obtenus à *la cuve*, c'est-à-dire, par le moyen de la désoxygénation de l'indigo. L'indigo renferme, outre la substance colorante bleue, une substance colorante pourpre qui se sublime à une haute température ; quand on chauffe l'indigo dans une cuiller de platine peu à peu et jusqu'à la chaleur rouge, on voit se dégager des vapeurs du plus beau pourpre. Cette matière est soluble dans l'alcool bouillant en très-petite quantité. La couleur bleue est insoluble dans ce menstrue, ainsi que dans l'éther et dans les alcalis ; mais lorsque ses molécules sont désagrégées par la solution des molécules rouges, il semble s'y dissoudre en montant en suspension ; le liquide reprend sa limpidité par le refroidissement, et le bleu se précipite. On peut distiller ceux-ci, mais alors il passe avec une huile dont on le sépare, au moyen de l'alcool. L'acide nitrique détruit le bleu d'indigo ; il en est de même du *chlore* à froid, de l'*iode* à chaud. Dans les masses d'indigo du commerce, on trouve encore, avec beaucoup de sels provenant soit des sucs du végétal, soit des fraudes du commerce, un gluten que Berzélius considère comme différent du gluten ordinaire, en ce qu'il est soluble dans l'eau et qu'il n'est pas gluant. Remarquez que, pour l'obtenir, Berzélius se sert d'un acide étendu qu'il soumet à l'ébullition (1272). Ce gluten est au contraire, et par lui-même, insoluble dans l'eau froide et bouillante. Berzélius y signale encore une autre substance qu'il nomme *brun d'indigo*, et que l'auteur obtient en traitant l'indigo d'abord par un acide et ensuite par la potasse caustique concentrée, que l'on soumet à la chaleur. Nous avons déjà fait ailleurs justice de pareilles substances immédiates (1142) ; il nous suffira de dire ici que le *brun d'indigo* aurait tout aussi bien pu se nommer *ulmine*. Chevreul a signalé aussi une substance verte ; mais comme il n'a trouvé cette substance que dans une seule espèce d'indigo, c'est sans doute de la chlorophylle (1098), ou naturelle à cette espèce, ou introduite par fraude, dans le marc d'indigo. Il serait possible que cette couleur verte ne fût qu'un mélange grossier d'une substance jaune produite par l'action des alcalis, avec le bleu d'indigo. L'indigo, purifié par la sublimation est composé, d'après Le Royer et Dumas, de 73,26 de carbone, de 13,81 d'azote, 10,43 d'oxygène, et de 2,50 d'hydrogène. Depuis, Dumas a changé les termes de son analyse, et, dans un tra-

(*) Je parle le langage de la théorie classique, mais je dois faire observer qu'elle ne s'appuie sur aucune expérience décisive ; et il me paraît très-probable que, dans cette circonstance, le fer et la chaux jouent un autre rôle que celui de corps désoxygénants. Voyez ce que nous avons dit du caméléon organique.

vail lu en 1836, il établit que l'indigo est composé de carbone, 73,0 ; azote, 10,8 ; oxygène, 12,2 ; et hydrogène 4,0. L'auteur tire la formule $C^{32}$, $H^{10}$ $Az^2$, $O^2$, des sels qu'il prétend se former par la combinaison de l'acide sulfurique avec l'indigo ; acide qu'il appelle ***sulfindylique***, ce qui revient au bleu de Saxe. L'acide sulfurique, qui se charge de la nuance pourpre de l'indigo, est nommé par la même occasion acide ***sulfopurpurique***, et le nom d'acide indigotique est changé en celui d'***acide anilique***, chacun formant des sels représentés par des formules invariables, des ***sulfindylates***, des ***sulfopurpurates***, des ***anilates***, des ***picrates***. Si ces idées n'étaient pas professées avec autorisation de l'université, elles mériteraient à peine une mention quelconque. Qui les réfute plus efficacement que l'auteur, qui les modifie et les bouleverse à chaque lecture, et qui les modifie d'un trait de plume, pour les faire concorder avec les formules des corps les plus éloignés sur le catalogue? L'auteur avait besoin de trouver une analogie entre l'acide sulfindylique et l'acide sulfovinique, sous le rapport de la formule ; les formules se prêtent toujours admirablement aux vœux de l'auteur, et « l'on remarquera avec intérêt, s'écrie-t-il, que l'on retrouve, dans la formule de l'acide ***sulfindylique***, deux atomes d'oxygène qui se sont toujours rencontrés dans les alcoolats connus ». Il est vrai que ces deux atomes ne se trouveraient pas, si on déduisait la formule de l'analyse de l'indigo sublimé, vu que 12,2 d'oxygène divisé par 100 ou $\frac{12,2}{100} = 0,122$, et non pas 0,2 (4005) ; mais alors on a recours à l'analyse des sels, qui est moins rebelle à l'analogie. Sans nous arrêter davantage à ces jeux de lettres, examinons les faits en eux-mêmes, et sans égard pour l'interprétation.

4091. L'acide sulfurique se colore par l'indigo, mais ne le dissout pas en entier ; et l'on voit distinctement au microscope que la matière colorante y existe en suspension et non en dissolution : ces grumeaux, d'un calibre variable, flottent dans un liquide, par lui-même limpide et non coloré ; ce n'est donc pas là une combinaison intime et atomistique ; et dans le bleu de Saxe, l'acide sulfurique offre un menstrue, et ne se transforme pas en un acide particulier ; il fait l'office de mordant en teinture, sans doute, mais non d'agent immédiat de la combinaison colorante et tinctoriale.

D'un autre côté, l'indigo, mélange inextricable de gluten, d'huile essentielle, de sels ammoniacaux, de matière colorante et de sels terreux, fournit un peu de toutes ces choses à la fois à la sublimation ; et soumettre à l'analyse un pareil mélange, comme un corps immédiat, c'est manquer à toutes les lois de la synthèse. Les nombres obtenus ne représentent jamais les proportions des substances qui existent dans le mélange, et ensuite ces nombres eux-mêmes proviennent, nécessairement, des mélanges de plusieurs éléments à la fois ; et par l'analyse élémentaire des auteurs, en l'acceptant comme aussi exacte que toute autre analyse de ce genre, on voit clairement que l'on obtiendrait des nombres analogues, en mélangeant ensemble une huile essentielle, et un sel organique ou inorganique à base d'ammoniaque.

4092. 2° *Tournesol* (couleur bleue des pétales des fleurs ; ou couleur rouge de certains végétaux, *Lichen tinctorius* et *Croton tinctorium*, qu'on a ramenée au bleu par l'action des alcalis). — Cette matière colorante est soluble dans l'alcool et dans l'eau. On prépare le ***tournesol en drapeau*** dans le département du Gard, en tenant exposés, aux vapeurs ammoniacales de l'urine, des chiffons imprégnés du suc du *Croton tinctorium*. Le ***tournesol en pain*** est fabriqué avec les lichens ci-dessus, que l'on traite par l'urine, la chaux et la potasse.

4093. Matières colorantes jaunes. — 1° *Quercitron* (écorce du *Quercus tinctoria*). — Cette écorce renferme 8 pour 100 d'un extrait jaune mêlé à du tanin que le fer précipite en vert. On l'en sépare par la colle de poisson, ou par des lambeaux de vessie de bœuf épuisée par l'eau, ou mieux par la gélatine. Cette matière jaune est soluble dans l'eau, un peu soluble dans l'alcool, et moins dans l'éther ; elle est colorée en jaune rougeâtre par les alcalis, en vert olive par le sulfate de fer ; elle se volatilise en cristaux jaunes.

4094. 2° *Bois jaune* (*Morus tinctoria*). — Il fournit une couleur moins vive que celle du quercitron, qui par le sulfate de fer passe au brun, au brun jaunâtre par le sulfate de cuivre, au vert brunâtre par le sulfate de zinc, au jaune orangé par l'acétate de plomb, et au jaune vif par le chlorure d'étain.

4095. 3° *Gaude* ou *vaude* ou *vouède* (*Reseda luteola*). — Matière colorante plus solide que les précédentes, devenant pâle par les acides, d'un jaune plus intense par les alcalis, le sel marin et le sel ammoniac, l'alun, et surtout le chlorure d'étain ; se sublime en belles aiguilles, solubles dans l'eau, dans l'alcool et dans l'éther.

4096. 4° *Curcuma* (racine de l'*Amomum cur-*

*cuma*). — Matière colorante jaune, peu soluble dans l'eau, plus soluble dans l'alcool, beaucoup plus encore dans les alcalis qui la colorent en rouge brun, soluble également dans les acides minéraux concentrés, qui la colorent en rouge cramoisi, et d'où l'eau la précipite en flocons jaunes.

4097. On trouve une foule d'autres espèces de matières jaunes provenant surtout des pétales de diverses fleurs. Ces substances résinoïdes se comportent diversement avec certains réactifs, selon le nombre et la nature des sels avec lesquels elles sont en combinaison (3899). Les pistils du safran (*Crocus sativus*) donnent aussi une substance colorante jaune unie à de l'huile, dont on la sépare par la distillation, ou par l'alcool dans lequel on verse de la potasse. Cette substance est d'un rouge écarlate après la dessiccation; elle se dissout difficilement dans l'eau qui en est colorée en jaune et très-facilement dans l'alcool qui en est coloré en jaune rougeâtre. Elle se disssout encore dans les huiles grasses et volatiles; la lumière la blanchit.

4098. MATIÈRE COLORANTE VERTE VÉGÉTALE. — On la produit en mêlant ensemble le jaune et le bleu. En peinture, sous le nom de *vert de vessie*, on emploie le suc exprimé des graines du *Rhamnus insectoria*, qu'on mêle à de l'alun et qu'on évapore à consistance d'extrait. Voyez de plus l'article *Chlorophylle*. La couleur verte est la plus répandue dans le règne végétal.

4099. MATIÈRE VERTE ANIMALE. — On trouve en abondance cette matière colorante dans les produits de l'élaboration du foie, où elle passe en partie au jaune, et surtout sur le placenta fœtal du chien, où elle forme de larges zones triangulaires, alternant avec des zones purpurines de même forme et de même grandeur. Celles-ci sont colorées par le sang dont la matière colorante semble s'être modifiée en vert dans les zones contiguës (2020). Il faut en dire autant de la matière verte des crustacés que la chaleur fait virer au rouge (1826).

4100. LAC-LAKE et LAC-DYE. Préparations tinctoriales qu'on tire de la *gomme laque* (3964). — Elle a été fort peu étudiée.

4101. MATIÈRE NOIRE. — Le *pigmentum* qui colore la choroïde de l'œil, et le derme, ainsi que les surfaces séreuses de la plupart des membranes des batraciens, me semble n'être encore qu'une transformation de la matière colorante du sang. Peut-être en est-il de même de l'encre que la sèche répand dans l'eau, pour se soustraire aux poursuites d'un ennemi. Cette liqueur est sécrétée par un appareil glandulaire qui me paraît avoir quelques rapports avec l'appareil urinaire, y compris les reins des animaux supérieurs. Dans certains cas maladifs, on a vu l'appareil urinaire de l'homme sécréter une liqueur noire à laquelle Braconnot a donné le nom de *mélaïnourine*.

4102. Certaines classes d'animaux, telles que celles des insectes et des poissons, présentent, surtout sous la zone torride, des nuances colorantes tout aussi nombreuses et tout aussi riches que la classe des végétaux; sans doute toutes ces nuances ont la même origine chimique (4073).

## § II. *Fixation des couleurs sur les tissus* (teinture).

4103. Les bases terreuses avec lesquelles nous admettons que les éléments organisateurs des tissus sont combinés jouent le principal rôle dans la fixation des couleurs. Les *mordants*, dont on fait précéder la coloration, n'ont d'autre but que de faciliter cette combinaison par des espèces de double décomposition.

4104. On procède à la teinture par différentes opérations préliminaires, dont les premières sont destinées à dépouiller les tissus des substances solubles et insolubles qui s'empareraient de la couleur, au détriment de la partie fixe et solide : 1° on *décreuse* le lin, le chanvre et le coton, en les tenant plongés pendant deux heures dans l'eau bouillante, et pendant deux autres heures dans un bain de 15 seaux d'eau bouillante et de 1 à 2 kil. de soude. On *décreuse* la soie par un bain bouillant de savon et d'eau, variable en proportion, selon qu'il s'agit de la soie jaune ou de la soie blanche. Le *décreusage* n'a d'autre but que de rendre solubles dans l'eau les matières grasses et résineuses qui recouvrent les tissus. On *désuinte* la laine comme nous l'avons expliqué (1873). 2° On *blanchit* les tissus de lin, de chanvre et de coton, en les exposant au contact simultané de l'eau, de l'air et de la lumière, et, ce qui est plus court et moins nuisible au tissu, en les traitant par le chlore. Le blanchiment de la soie et de la laine a lieu à la vapeur du gaz sulfureux. Dans l'un et l'autre cas, il a pour but d'enlever aux tissus une matière colorante qui ne pourrait que nuire à la beauté des teintes. 3° On les *alune* avec

un *mordant* qui est, dans le plus grand nombre des cas, du sulfate double de potasse et d'alumine (*alun du commerce*), que l'on doit employer presque exempt de sulfate de fer, quand il s'agit de l'*alunage* des tissus de soie et de coton. 4° La dernière opération consiste à plonger le tissu dans le bain de matière colorante.

---

QUATRIÈME GENRE.

MATIÈRES ODORANTES.

4105. Les matières colorantes ne sont telles que par rapport à notre vue (1729) ; de même les matières odorantes ne sont telles que par rapport à notre odorat (1651). Leurs caractères varient en raison des variations de structure et des modifications de l'organe qui en perçoit les impressions. Les couleurs changent de nuances, et les odeurs d'intensité et de nature, selon les diverses espèces d'animaux, et souvent selon les individus de la même espèce (3050) ; mais elles se métamorphosent les unes dans les autres, par suite d'un simple mélange, et des diverses proportions selon lesquelles chaque élément rentre au mélange. Nous avons déjà vu qu'une addition d'acide hydrochlorique transforme, en odeur agréable d'acide caséique, l'odeur la plus fétide du gluten pourri (1255) ; qu'un peu d'ammoniaque communique à la gomme exposée au feu l'odeur la plus caractéristique de la colle forte (3122) ; que le sang est susceptible de changer entièrement d'odeur, lorsqu'on le traite par l'acide sulfurique, après l'avoir déposé sur telle ou telle substance étrangère (3506). Les expériences suivantes, entreprises dans ce but spécial, achèveront de faire comprendre combien il est important de tenir compte des mélanges, dans l'appréciation des qualités olfactives des substances que l'on décrit.

Le 12 mai 1837, je mêlai ensemble une certaine quantité d'huile de colza et d'ammoniaque, que j'abandonnai dans une bouteille, au contact de l'air et de la lumière du soleil, jusqu'au 20 juin suivant, sur une fenêtre. Examiné après ce laps de temps, le mélange exhalait une odeur qui n'avait plus rien de commun avec l'ammoniaque. J'en remplis un certain nombre de verres de montre, que je plaçai sur la tablette d'une armoire, pour en faire le sujet d'autant d'essais. 1° Je mélangeai le contenu de l'un de ces verres de montre avec de l'eau distillée, le mélange exhala une odeur de farine pétrie ou fraîchement déposée dans l'eau. 2° Par l'acide nitrique, le contenu de l'un des autres verres de montre a répandu des vapeurs blanches de nitrate d'ammoniaque, et exhalé d'abord l'odeur de la chair qui brûle, puis celle du cuir tanné (4025), d'une manière très-prononcée ; et la substance s'est divisée ensuite en deux portions : l'une liquide, diaphane, et l'autre oléagineuse et jaunâtre qui entourait la partie liquide, comme un *valet* de laboratoire, fig. 15, pl. 3, entoure la base d'un flacon. 3° Par l'acide sulfurique, le contenu d'un autre verre de montre a contracté, au bout de quelques instants, une coloration pourpre foncée, et a répandu une odeur de substance putréfiée que l'on traiterait par le même acide. 4° Par l'acide hydrochlorique, le mélange ammoniaco-glutineux s'est coloré en rougeâtre, et a exhalé une odeur caséique. 5° Par la potasse caustique, coagulation et odeur de farine humide.

Le LENDEMAIN, le n° 1 exhalait une odeur prononcée de mastic de vitrier, et offrait deux couches : l'une oléagineuse, et l'autre grumelée. Le n° 2 exhalait une odeur de cuir tanné, et le cercle oléagineux entourait l'espèce de lentille formée au centre par l'acide nitrique. Le n° 3 exhalait une odeur prononcée de fromage avancé, et avait contracté une coloration pourpre tellement foncée qu'elle en paraissait noire, piquetée au centre de taches roussâtres ; une goutte étendue sur une lame de verre a pris l'odeur de marée, et s'en est dépouillée en séchant. Le n° 4 présentait une odeur de mastic, et le même cercle que le n° 2 ; mais au bout de quatre jours il avait pris l'odeur du concombre frais, que le mélange conserva, lorsque je l'eus délayé dans l'eau. Le n° 5 ne s'était modifié en rien. Par la strontiane il s'était formé un stuc blanchâtre, qui s'était attaché au fond du verre de montre.

4106. En conséquence, le même mélange avait donné autant d'odeurs différentes qu'il avait été mis en contact avec des acides ou des alcalis différents ; et ce mélange ne se composait que de deux éléments. On pourra prévoir, par cette seule expérience, combien serait dans le cas de varier ses caractères odorants, un mélange composé d'un plus grand nombre de substances simples.

---

## DEUXIÈME SECTION.

### PRODUITS DE LA DÉSORGANISATION.

4107. Nous comprendrons sous ce nom les substances, qui émanent de l'organisation, soit par sécrétion et excrétion spontanées, soit par extraction artificielle, mais qui ne peuvent désormais se prêter à l'élaboration des organes, qu'après avoir passé par une série plus ou moins longue de transformations indifférentes ou nuisibles à la vie végétale ou animale. Nous les diviserons en : 1° *produits des sécrétions ou excrétions*, ou produits expulsés par le fait de l'élaboration des tissus ; 2° *produits de la réaction du sucre sur le gluten*, ou produits de la désorganisation saccharo-glutinique, ou bien de la fermentation alcoolique ; 3° *produits de la désorganisation glutinique et albumineuse*, ou produits de la fermentation putride et ammoniacale ; 4° enfin en *produits de la désorganisation violente*, ou de la combustion des corps organisés.

### § I. *Sécrétions et excrétions.*

4108. Substances rejetées au dehors par les organes, comme des objets de rebut, comme des épurations de la substance assimilable. Elles sont gazeuses ou liquides, tenant en suspension des sels terreux, en dissolution des sels d'une autre nature, des débris de tissus qui ont fait leur temps, de l'albumine coagulée ou sous forme globulaire, et cela dans des proportions qui varient à l'infini selon l'état pathologique des individus; en sorte que par la nature de ces produits, on peut arriver à reconnaître si l'organe est sain ou malade, de même que, par les symptômes de la maladie, on peut arriver à prévoir quelle sera la nature de ces produits ; la sécrétion, en effet, étant une conséquence de l'élaboration, un triage opéré par l'organisation, il est évident que ses caractères doivent varier, selon que l'élaboration tombe dans l'atonie ou redouble d'énergie.

4109. Produits gazeux. — Il n'est pas de surface de l'individu, animal ou végétal, qui n'exhale de ces produits ; mais c'est chez les surfaces muqueuses des animaux que cette exhalation est plus abondante ; plongées qu'elles sont dans l'obscurité et enveloppées continuellement d'un milieu humide, les tissus caducs qui s'en détachent fermentent plus vite, et se décomposent en plus grande proportion. On s'est peu occupé de recueillir et d'examiner ces produits gazeux; mais l'odorat suffit pour en indiquer l'existence et les caractères différentiels, l'odeur, ainsi que nous l'avons établi plus haut, n'étant que la perception d'un produit qui arrive gazeux sur la surface pituitaire (1651). Les seules sécrétions gazeuses qui aient fixé spécialement l'attention du physiologiste et du chimiste, ce sont les gaz de la respiration (1961) ; mais l'observation en est restée incomplète et tronquée, vu que l'analyse ne s'est attachée qu'aux gaz permanents et non aux vapeurs exhalées, qui sont imprégnées d'un assez grand nombre de produits ammoniacaux. On dirait, en parcourant dans les livres, le chapitre de la respiration, que nous n'exhalons que de l'acide carbonique, et que nous ne vicions l'air que de cette façon; mais il devient évident pourtant, quand on ne se contente pas de raisonner d'après les essais eudiométriques, que nous imprégnons l'air non-seulement des produits de la sueur cutanée, mais des produits des surfaces buccales et pulmonaires, produits albumineux, oléagineux, sels volatils à base d'ammoniaque, acétates et phosphates principalement, etc. Depuis que nous avons émis ces avertissements, les chimistes se sont un peu ravisés de la première méthode d'évaluation; mais il est de règle qu'on ne procède, d'après les errements venus de cette source, qu'en se *hâtant* lentement et en faisant bien des pauses. On commence à s'apercevoir que l'air contient une substance hydrogénée; dans six mois on en trouvera deux; dans un an on y soupçonnera la présence d'une substance azotée, et ainsi de suite, jusqu'à ce qu'enfin on ait parcouru toutes les fractions de l'opinion, avant d'arriver à l'opinion entière qui sera que l'air est imprégné de tout ce que nous dégageons de gazeux ou en vapeurs dans nos laboratoires, lorsque nous soumettons à une évaporation lente ou rapide les extraits des substances animales ou végétales; que l'air est imprégné des produits de la respiration des animaux, de l'évaporation des marais, des rivières, de l'échauffement des terres, de la combustion de nos âtres ; produits que la lumière et l'obscurité décomposent, condensent, rapprochent et combinent au profit de la vie animale et végétale, qui les reprend de nouveau sous ces nouvelles formes.

4110. Sueur et exhalation cutanée. — La transpiration s'opère à chaque instant, mais elle varie en intensité selon l'élévation de la température ambiante ou intérieure; de même que les produits de l'évaporation sont en raison du degré

de chaleur auquel est soumis le liquide. La sueur n'est que la transpiration condensée à la surface de la peau. La peau est humide au toucher quand on marche au soleil, elle se couvre de sueur sur les portions ombragées où quand on se met à l'ombre. On conçoit que la sueur, si identique qu'elle puisse être, pourra pourtant présenter des caractères différents, selon qu'on l'étudiera sous forme de vapeurs ou sous forme liquide; selon qu'on la recueillera pure de tout contact, ou après avoir séjourné sur les surfaces du corps, en contact avec la poussière ou avec les tissus; l'étude doit donc en être faite sur les quantités recueillies dans un condensateur. En effet, la sueur, qui est un mélange de produits animaux éminemment fermentescibles, changera rapidement de caractère, si elle séjourne dans l'obscurité des jointures des membres, en contact avec des surfaces cachées par les vêtements. D'acide qu'elle est naturellement, elle pourra en peu de temps devenir alcaline, soit en se saturant, soit en se décomposant. Mais, acide ou alcaline, la sueur n'en est pas moins composée des mêmes éléments principaux; elle n'en est pas moins ammoniacale; seulement les sels ammoniacaux qu'elle renferme se trouvent avec un léger excès d'acide dans le premier cas, et avec un léger excès d'alcali dans le second. Il arrivera même quelquefois que le papier de tournesol, d'abord rougi à son contact, reprendra peu à peu sa couleur bleue, et *vice versâ*, effet que l'on peut reproduire à volonté au moyen du carbonate, de l'hydrochlorate et surtout de l'acétate d'ammoniaque. L'acétate d'ammoniaque est acide dans la sueur acide; il est alcalin dans la sueur alcaline.

4111. Anselmino a trouvé que le résidu de 100 parties de sueur se composait de :

| | |
|---|---|
| 1° Extrait de viande, acide lactique et lactates solubles dans l'alcool anhydre. | 29 |
| 2° Extrait de viande et chlorure de sodium solubles dans l'alcool aqueux. | 48 |
| 3° Matière animale et sulfates solubles dans l'eau, et non dans l'alcool. | 21 |
| 4° Matières insolubles dans l'eau et dans l'alcool, formées presque uniquement de sels de chaux. | 2 |
| | 100 |

Nous ne nous arrêterons pas longtemps à discuter cette analyse; nous avons déjà assez fait voir le vice de ces méthodes à double et triple emploi (3591). Qu'est-ce qu'un extrait de viande soluble dans l'alcool aqueux, et l'autre soluble dans l'alcool anhydre, puis une matière animale soluble seulement dans l'eau? C'est évidemment l'albumine rendue soluble dans l'alcool par l'acide acétique (acide lactique), ou dépouillée entièrement de cet acide qui lui sert de dissolvant. Mais l'auteur a oublié de mentionner les sels ammoniacaux, qu'il a certainement confondus avec la matière animale et azotée.

4112. Sanctorius, si célèbre par le soin qu'il prit pendant trente ans de se peser chaque jour à différentes heures, a trouvé que nous perdions, par la transpiration, en vingt-quatre heures, les cinq huitièmes du poids, dont les aliments ont accru notre corps, et les trois autres huitièmes par les excréments. En sorte que, d'après ces sortes d'expériences, il s'ensuivrait que le corps de l'homme devrait en rester toute sa vie au poids d'un enfant, si l'on voulait en tirer une conséquence trop rigoureuse. Mais cette proposition générale ne s'applique qu'à la comparaison entre la pesée de la veille et celle du lendemain, comparaison qui est dans le cas de présenter peu de différence, surtout quand l'expérience a lieu sur un homme arrivé à la maturité de l'âge ou approchant de la caducité.

4113. Remarquez encore qu'on a négligé d'évaluer, dans ces recherches, une circonstance qui est capable de soustraire à la pesée des quantités assez considérables du poids réel de l'individu. Il ne faut pas croire que l'homme vivant pèse comme un corps inerte; l'homme aspirant l'air par toutes les surfaces de son corps, et surtout par la surface pulmonaire, doit tendre à se soutenir suspendu, et doit peser moins vers la terre, en proportion de l'énergie de son aspiration. Qu'un homme placé debout dans le plateau d'une balance se mette à aspirer fortement l'air, on verra monter le plateau, si le poids qui lui fait équilibre n'excède pas trop celui du corps humain. Toutes choses égales d'ailleurs, un homme assoupi pèse plus qu'un homme qui veille; l'homme qui médite, que l'homme qui aspire la vengeance ou le bonheur; le cadavre enfin plus que l'homme. Mais la nourriture qu'il prend pèse comme une substance inerte, tant qu'elle n'est point assimilée, et que le *caput mortuum* n'en a pas été rejeté au dehors. Il pourra donc se faire que l'homme pèse moins à la balance après qu'avant la défécation, quoique réellement son poids se soit accru d'une quantité considérable.

4114. LARMES (1735). — Ce liquide limpide et

pur de tout corps tenu en suspension, a été fort peu étudié. Vauquelin et Fourcroy l'ont trouvé formé de beaucoup d'eau, d'un peu de mucus, d'une très-petite quantité de soude, de sel marin, phosphates de chaux et de soude.

4115. SALIVE (3538); MUCUS NASAL (3696); SUCS GASTRIQUE (3545), PANCRÉATIQUE (3559), INTESTINAL (3558), BILE (3560); EXCRÉMENTS (3598). — Voyez à ce sujet ce que nous en avons dit à leurs articles respectifs.

4116. URINE.—L'urine est aux produits liquides de la circulation, ce que les excréments sont au bol alimentaire; c'est le *caput mortuum* de l'élaboration des deux reins; deux glandes dont les cavités simulent des cavités stomacales communiquant toutes par une ouverture pylorique avec les deux uretères, qui déversent l'urine dans une cavité centrale, laquelle est comme le *rectum* (3549) de cette déjection liquide. L'urine variera donc de composition, dans la même latitude que les excréments solides. Elle renfermera toutes les substances que l'élaboration stomacale ou pulmonaire aura pu introduire dans l'organisation, et qui ne se trouveront nullement aptes à l'assimilation. L'urine en conséquence varie de caractère extérieur et de composition chimique, selon les saisons, la fatigue, l'indisposition, le changement d'alimentation, et surtout selon la gravité de la maladie. A l'état de santé, ses caractères dépendent des substances que l'alimentation apporte aux organes; à l'état de maladie, au contraire, de la difficulté qu'ont les organes à s'assimiler d'une manière normale les produits que l'alimentation leur avait apportés. Tout le monde sait que les asperges ingérées dans l'estomac communiquent aussitôt une odeur vireuse aux urines; que la térébenthine, au contraire, la résine et les baumes lui communiquent l'odeur de la violette; odeur qu'une goutte d'acide acétique dégage quelquefois de l'urine de certaines personnes.

4117. L'odeur urineuse provient du carbonate d'ammoniaque que toutes les urines possèdent; et c'est cette odeur qui se modifie, selon que le carbonate ammoniacal se mêle en plus ou moins grandes proportions avec les diverses substances odorantes (4105).

4118. A l'état normal l'urine est acide, c'est-à-dire que ses sels ammoniacaux s'y trouvent avec un léger excès d'acide. A l'état d'une indisposition commençante elles sont neutres, l'acide se saturant d'une nouvelle quantité d'ammoniaque dégagée. A l'état de maladie elles sont alcalines, l'ammoniaque y arrivant de plus en plus en excès. Mais dans l'un et dans l'autre cas, toute la différence de cette réaction réside dans une différence de proportions de l'acide ou de la base. Abandonnée à elle-même au contact de l'air, l'urine la plus acide ne tarde pas à devenir ammoniacale et à se putréfier, en répandant de plus en plus, dans les airs, du carbonate et de l'acétate d'ammoniaque. Sa pesanteur spécifique varie de 1,005 à 1,030.

4119. La composition de l'urine a été étudiée par tant de chimistes depuis Brandt et Kunkel, Rouelle le cadet et Schéele jusqu'à nos jours, qu'il serait difficile à la chimie en grand d'y trouver de nouveau quelque chose qui eût échappé à nos devanciers. Nous nous contenterons donc de soumettre à notre méthode d'évaluation l'analyse de Berzélius, celle qui résume le mieux toutes les autres. D'après cet auteur, 1,000 parties d'urine humaine seraient composées de :

| | |
|---|---|
| Eau | 933,00 |
| Urée | 30,10 |
| Sulfate de potasse | 3,71 |
| Sulfate de soude | 3,16 |
| Phosphate de soude | 2,94 |
| Sel marin | 4,45 |
| Phosphate d'ammoniaque | 1,65 |
| Hydrochlorate d'ammoniaque | 1,50 |
| Acide lactique libre. Lactate d'ammoniaque. Matière animale soluble dans l'alcool, et qui accompagne ordinairement les lactates. Matière animale insoluble dans l'alcool. Urée qu'on ne peut séparer de la matière précédente | 17,14 |
| Phosphate de chaux et de magnésie | 1,00 |
| Acide urique | 1,00 |
| Mucus de la vessie | 0,32 |
| Silice | 0,03 |
| | 1000,00 |

4120. 1° L'eau diminue ou augmente en proportion, selon les époques de la journée, à laquelle on prend les urines, et selon l'état hygiénique de l'individu. L'urine, si épaisse et si trouble le matin, devient limpide et quelquefois même incolore dans la journée. Le chiffre de l'analyse précédente ne représente donc qu'une des milliers de proportions, pour lesquelles l'eau est dans le cas d'entrer au mélange.

4121. 2° L'urée, considérée d'abord comme un

principe immédiat, vu que la potasse n'en dégageait pas la moindre parcelle d'ammoniaque, l'urée, depuis les expériences de Wœhler, ne saurait plus être considérée que comme un cyanate d'ammoniaque. Nous reviendrons sur sa composition intime, dans la deuxième classe du système. Ici nous ferons observer que le nombre de 30 sur mille n'est qu'approximatif, puisqu'il en est une portion que l'analyse ne parvient jamais à isoler complétement de la matière animale (albumine coagulée).

4122. Les sels isolés qui se rangent après l'urée, varient en proportions, selon toutes les circonstances ci-dessus mentionnées.

4123. 3° La masse de substance cotée 17,14 renferme trop de choses disparates, pour représenter ce qui se passe dans la nature. C'est l'*incertæ sedis* de l'analyse, et l'auteur aurait pu la diviser en deux portions : l'une renfermant la liste des substances isolées, et l'autre le magma confus et informe où toutes les substances précédentes se trouvent confondues, les eaux mères enfin de l'opération. L'acide lactique libre (4011), c'est l'acide acétique albumineux. Le lactate d'ammoniaque est l'acétate d'ammoniaque; le carbonate n'y est nullement mentionné. La matière animale soluble dans l'alcool qui accompagne ordinairement les lactates, n'est que l'albumine rendue soluble dans l'alcool, par la présence de l'acide acétique ou d'un acétate acide ou ammoniacal. La matière animale insoluble n'est que la quantité de la même albumine, qui n'a plus rencontré de menstrue acide ou alcalin, pour devenir soluble dans l'alcool. Car s'il existe, dans un mélange albumineux, une quantité de menstrue capable d'en rendre soluble la moitié seulement dans l'alcool, il est évident que l'albumine se divisera en deux portions distinctes : l'une qui se dissoudra, et l'autre qui refusera de se dissoudre dans la liqueur alcoolique.

4124. 4° Les phosphates de chaux et de magnésie s'y trouvent plus ou moins mélangés ou combinés au phosphate d'ammoniaque, et les procédés d'extraction sont capables d'en rendre le précipité plus ou moins considérable, en associant une partie du sel à un acide ou à une nouvelle quantité de base. Or ces associations artificielles cristallisent tout aussi facilement que les combinaisons les plus naturelles, seulement on remarque alors que la forme des cristaux est plus ou moins altérée, et plus ou moins différente d'elle-même.

4125. 5° L'acide urique est compris dans ce précipité floconneux jaune, ou ougeâtre, qui forme le sédiment des urines, et s'attache aux parois du vase comme une incrustation calcaire; nous avons vu comment on était en droit de le considérer théoriquement (4051). La quantité en varie à l'infini, selon les dispositions hygiéniques. Remarquez que l'acide oxalique ne joue aucun rôle dans cette analyse, quoique cependant l'on rencontre fréquemment des calculs composés d'oxalate de chaux; il faut que l'analyse ait confondu l'un de ces sels, avec l'une quelconque des substances qu'elle a isolées.

4126. 6° Le MUCUS DE LA VESSIE mérite une mention toute particulière. Il y a déjà longtemps que nous avons établi en principe qu'il en était, de toute surface épidermique ou muqueuse, comme de la surface du chorion et de l'utérus, pendant le temps de la gestation; que toute surface avait sa caduque, et s'exfoliait, après avoir fait son temps, soit sous forme de membrane continue, soit en se désagrégeant en molécules, en désassociant les petites vésicules qui formaient auparavant les cellules élémentaires de son tissu (1900, 1906); la surface muqueuse des uretères, de la vessie, du canal de l'urètre, etc., ne sauraient présenter une exception à une règle aussi générale. Ces surfaces s'exfolient à leur tour, et cèdent au liquide urineux, en lambeaux plus ou moins microscopiques, un tissu qui n'est plus apte à élaborer. On conçoit d'avance combien ces lambeaux changeront de caractère selon les circonstances; combien l'urine en offrira peu dans le cas d'atonie générale, combien elle abondera en flocons d'un volume considérable dans tel ou tel cas d'inflammation; ensuite combien ces membranes désagrégées apparaîtront simples de structure et de réfraction dans un cas, et combien au contraire de globules noirâtres seront dans le cas de les bosseler et de se dessiner sur la transparence de leur champ visuel. Ces flocons, en effet, albumineux et privés de vie, ont une tendance prononcée à se décomposer, à fermenter d'une manière intestine; toute fermentation produit des gaz; les gaz emprisonnés dans un tissu arrondissent en globules la capacité qu'ils occupent, et dévient ensuite les rayons lumineux en noir (576). Il y aurait plus que perte de temps à prendre la mesure de ces globules, émanés d'une pareille source; autant vaudrait-il s'amuser à prendre la mesure de toutes les bulles de savon que l'enfant souffle à son chalumeau de paille. Mais la matière animale signalée par les chimistes est en grande partie un double emploi de ce mucus; la surface

épidermique de la vessie, même alors qu'elle a fait son temps, est un composé de tissus insolubles et très-avancés, de tissus moins avancés et solubles dans les menstrues acides ou alcalins, quoique insolubles dans l'eau; enfin d'albumine liquide elle-même. Quant à celle-ci, dissoute dans l'urine, elle tendra à s'en précipiter sous forme de flocons, quand le précipité aura lieu d'une manière brusque et instantanée; et par suite de la saturation violente du menstrue; ou sous forme globulaire, quand le précipité se fera lentement, progressivement, soit par suite de l'évaporation de l'eau, soit par suite de la saturation graduée du menstrue; dans l'un et dans l'autre cas, les flocons et les globules varieront de forme et de volume, selon tous les accidents qu'il est possible d'imaginer dans la marche de l'évaporation ou de la saturation (3458).

4127. 7° Outre les substances que l'urine renferme le plus généralement, on peut y rencontrer accidentellement les produits des lésions de l'organe urinaire, et des écoulements anomaux du liquide générateur, c'est-à-dire le pus, le sang, et des animalcules spermatiques. Il n'est pas si facile qu'on serait tenté de le croire, au premier abord, de distinguer au microscope ces produits accidentels des précipités albumineux qui sont inhérents à la nature de l'urine; car il n'en est pas un qui ne se déforme, en séjournant le plus petit instant dans le liquide urineux. En effet les globules de pus et de sang s'étendront outre mesure dans l'urine ammoniacale, et même acide; ils s'envelopperont dans la fibrine coagulée par les phosphates terreux; et les animalcules spermatiques, privés de vie et de mouvement, dans un milieu aussi désorganisateur, n'y apparaîtront que comme des globules, privés de queue, laquelle n'est bien visible, dans un milieu aussi dense que le sperme, que par le long sillon qu'elle trace en s'agitant. Quant à la matière colorante du sang, il n'est pas de moyen pire pour en distinguer la nuance, que le microscope composé, et quand le sédiment de l'urine est rougeâtre, le reflet qui en résulte est dans le cas de communiquer, aux globules de l'albumine urineuse, une coloration analogue à celle que tout globule incolore semble contracter, quand il est plongé sous la nappe colorante du sang rouge. Dans ce cas les stries de sang se reconnaissent mieux à la vue simple, qu'au moyen des verres grossissants.

4128. 8° Nous avons déjà parlé du *sucre* que les urines possèdent dans le diabète (3249). Dans ce cas, la réaction du sucre et de l'albumine peut donner lieu à un produit alcoolique.

4129. 9° On a rencontré des urines rouges, bleues, et même noires. Cantu a signalé le bleu de Prusse (hydrocyanate de fer), dans l'urine d'une jeune fille affectée de diabète sucré; Fourcroy, dans le sang d'une femme hystérique. Brugnatelli dit avoir trouvé de l'acide prussique dans l'urine d'une hydropique; Braconnot prétend que cette matière bleue est une matière particulière azotée qui posséderait jusqu'à un certain point les propriétés des bases salifiables; cette substance, il l'a appelée *cyanourine*, et *mélanourine* une substance noire, qui se trouvait avec la précédente, dans la même urine. Proust avait nommé *acide mélanique*, une substance noire analogue à la *mélanourine* de Braconnot. Mais ces trois créations nominales ne sont basées sur aucune expérience précise et décisive.

4130. 10° On a vu des urines d'un aspect laiteux, et d'où se déposait une espèce de crème coagulable par l'ébullition, ayant les propriétés du caséum, et cédant à l'éther une matière grasse; c'est que ces urines étaient chargées de la substance albumineuse et oléagineuse du sang, dissoute en partie, et en partie sous forme globulaire (*). Car les reins, dans des cas anomaux, sont capables d'extraire, du sang, plus de substances utiles à la nutrition que de substances de rebut; ils peuvent même laisser passer dans les uretères, le sang tout entier, avec sa matière colorante.

4131. 11° D'après Wœhler, les carbonates, nitrates, chlorates, borates, silicates de potasse et de soude, le cyanure jaune de potassium et de fer, passent, des voies digestives, dans les urines, le sulfure de potassium en se transformant en sulfate. Les acides oxalique, tartrique, y arrivent à l'état d'oxalate et de tartrate de chaux; les acides gallique, citrique, benzoïque, succinique, y passeraient aussi d'après lui. Les cerises, les mûres, les framboises leur communiqueraient la propriété de rougir par un acide, et de verdir par les alcalis. Les acides minéraux, les sels de fer oxydé, les préparations de bismuth et de plomb, l'alcool,

(*) Les mots de *crème* et de *ferment*, dont on se sert pour désigner ce magma, sont impropres, en ce sens qu'ils semblent assimiler, au *lait* ou à la *levûre*, une urine qui en possède l'élément principal, mais l'élément répandu dans toute la nature organique; le mélange d'albumine et d'huile.



l'éther, le musc, le tournesol, le carmin, l'orcanette n'y passeraient jamais.

4132. On a cherché à analyser comparativement les urines d'un certain nombre d'animaux ; mais ces analyses ne sont ni assez complètes, ni assez nombreuses pour se résumer en règles générales ; ce qui en est résulté de plus saillant, c'est que l'urine des mammifères carnivores est acide, l'urine des mammifères herbivores est alcaline, et ramène au bleu le tournesol rougi par un acide ; que l'urine des oiseaux et des animaux amphibies est formée presque entièrement d'acide urique, en partie combinée avec l'ammoniaque, ne contenant ni urée, ni phosphate acide, ni *acide lactique* libre, ni hippurates (4058), ni carbonates.

4133. Nous nous occuperons de ces substances et des calculs urinaires dans la deuxième classe du système.

4134. Musc. — Substance à demi fluide et odorante, et tellement divisible qu'un fragment gros comme la tête d'une épingle, peut remplir, de l'odeur caractéristique de ce corps, pendant l'espace d'une vingtaine d'années, un appartement ouvert à tous les vents. On la trouve dans une poche que porte, en avant du prépuce, le chevrotin mâle (*moschus moschiferus*, L.) du Thibet et du Tonquin ; elle ne nous arrive que falsifiée avec de la graisse ou de la résine. Nous attendons avec impatience que le musc ait sa *muscine*, comme la graisse de bouc a son *hircine*. Geiger et Reimann y ont signalé de la stéarine, de l'oléine, de la cholestérine, une résine, une substance nouvelle combinée avec la potasse et l'ammoniaque, de l'acide lactique ammoniacal, divers sels et du sable.

4135. Civette. — Substance d'une consistance sirupeuse, d'une couleur jaune pâle, d'une saveur un peu âcre, d'une odeur qui tient du musc et de l'ambre, mais forte et aromatique ; elle est transsudée par les parois d'une petite poche, que porte, entre les testicules et l'anus, le mâle de deux petites espèces de quadrupèdes du genre *viverra*, qui vivent l'un en Afrique, et l'autre dans l'Asie. Boutron-Charlard y a signalé de l'ammoniaque libre, de la résine, de la graisse, une matière extractiforme, du mucus ; et, par l'incinération, du carbonate, du sulfate de potasse, du phosphate de chaux, et de l'oxyde de fer. Il nous manque une *civettine* ; la civette renferme assez de substances pour en composer une.

4136. Castoréum. — Substance qui nous arrive en petits fragments d'un brun noirâtre à l'extérieur, d'un brun jaunâtre à l'intérieur, à cassure résineuse, d'une saveur âcre et amère, d'une odeur forte et fétide. On la trouve avec une consistance onctueuse et même fétide, près des organes générateurs du castor, dans deux bourses accolées à la manière des deux poches d'une besace, situées chez le mâle en arrière du prépuce, et chez la femelle, au bord supérieur de l'orifice du vagin. D'après l'analyse de Brande, le castoréum serait composé de 1 d'huile volatile odorante ; de 2,05 de *castorine* ; de 13,85 de résine mêlée de benzoate et d'urate de chaux ; de 0,05 d'albumine ; de 0,20 d'extrait alcoolique et sels ordinaires ; de 4,60 de matières animales insolubles dans l'alcool ; de 19,20 parties de peau, de divers sels, soit terreux, soit ammoniacaux ; analyse qui porte sa condamnation dans le chiffre suivant, 23,23 eau et perte. Mais du moins nous y avons une castorine.

4137. Venin des serpents. — Substance qui n'empoisonne que par la piqûre, et que l'on peut digérer impunément, mais dont les effets sont d'autant plus violents, que l'accident arrive dans des pays plus chauds ou dans la saison plus avancée ; et le sont d'autant moins que l'animal a plus jeûné. Cette substance est déversée par un appareil glandulaire spécial, dans l'intérieur de deux dents creuses et mobiles, qui le déposent, par l'orifice de leur sommet, dans le tissu qu'elles ont perforé.

4138. Encre de seiche. — Liqueur noire que la seiche déverse dans l'eau, pour se soustraire aux regards de l'ennemi qui la poursuit. Elle peut servir d'encre pour la peinture à l'*aquarelle*. Rizio a attribué cette coloration à une matière particulière, qu'il a appelée *mélaïne*, substance qu'il obtenait en évaporant l'encre à siccité, faisant bouillir le résidu successivement avec de l'eau, de l'alcool, de l'acide hydrochlorique, lavant et ajoutant sur la fin du carbonate d'ammoniaque. La *mélaïne* serait noire, pulvérulente, insoluble dans l'eau, l'alcool, l'éther, les acides hydrochlorique et acétique, dans l'acide sulfurique faible, et dans les carbonates de chaux ; mais soluble dans l'acide sulfurique concentré et dans les carbonates alcalins. La *mélaïne* est une moindre quantité de l'encre de seiche soumise à l'analyse.

4139. Miel et cire. — Voyez alinéa 3232 et 3866.

4140. Soie. — La soie est une substance sécrétée

par un organe spécial à certains insectes, aux chenilles et aux araignées, etc. Fluide dans l'organe qui l'élabore, elle se concrète en s'étirant, et durcit un instant après son exposition à l'air, en éprouvant un retrait et un rétrécissement appréciables. Nous manquons d'une analyse exacte de la soie ; car ce n'est pas l'avoir fait suffisamment connaître, que d'avoir trouvé que la soie de la chenille du mûrier se composait de 72 à 73 de soie pure, de 23 à 24 de matière gommeuse, de $\frac{1}{366}$ de cire et de $\frac{1}{66}$ d'une matière colorante qui manque dans la soie blanche, qui est jaune dans la soie jaune, bleue dans la soie provenant des rares cocons bleus. Il n'en résulte pas moins que la soie est tout entière à analyser, car elle figure dans l'analyse comme substance immédiate. Mais pour que l'analyse soit digne de ce nom, il sera nécessaire qu'elle soit physiologique, c'est-à-dire que l'étude de la soie soit poursuivie, depuis la source de la sécrétion jusqu'à sa complète coagulation, et surtout que les sels antérieurs ou postérieurs à l'incinération ne soient pas négligés. On trouvera peut-être alors que la soie est un mélange de gluten acide, de sucre et d'huile essentielle, qui prend la consistance du caoutchouc, en se dépouillant, par le contact de l'air, du menstrue commun à ces trois substances.

4141. Ainsi que toutes les autres sécrétions, la soie varie de force, de consistance, d'éclat et de qualités propres à la teinture, selon le genre d'alimentation de l'insecte, le climat qu'il habite, et les soins dont il est l'objet. Dans le midi de la France, les cocons que file le *ver à soie* sont forts, ovoïdes, étranglés par le milieu; ils pèsent peu et donnent beaucoup de soie. Dans le nord de la France, en dépit des soins qu'on leur prodigue, les cocons sont plats, acuminés par les deux bouts, faibles et cédant sous les doigts ; ils pèsent beaucoup plus et donnent moins de soie. La chrysalide, qui ne sert à rien qu'à pondre des œufs, s'est plus engraissée dans le cocon du Nord que dans le cocon du Midi ; elle s'est épuisée en soie, et s'est tout entière sacrifiée à son ouvrage dans le cocon du Midi. Tous les raffinements que l'art apportera à la production de la soie dans le Nord ne remplaceront jamais cet air imprégné naturellement de chaleur et de lumière, qui arrive à l'insecte et par la feuille qu'il dévore, et par tous les stigmates respiratoires de son corps.

4142. On ne saurait trop admirer avec quel instinct délicat et quelle sûreté de prévision les insectes utilisent la propriété qu'a la soie de se coaguler au sortir de la filière. On ne voit jamais le fileur faire une pause, et se laisser aller à une distraction qui permettrait au fil de se coaguler, avant d'avoir été soudé, par le rapprochement, à un autre fil de la trame. L'araignée porte-couronne (*aranea diadema*) (3073) forme une trame verticale et rayonnante de fils, qui partent d'un centre arbitraire, et vont s'attacher à tous les rameaux qu'elle peut rencontrer sur ce plan ; l'araignée vient ensuite se placer vers le centre, l'abdomen, que termine la filière, en dehors, et tourné vers la circonférence ; alors, s'attachant par les pattes de devant à la trame, elle se sert, pour dévider et tisser en même temps le fil, de ses deux pattes de derrière ; avec l'une elle accroche un fil de la trame, avec l'autre elle saisit le fil qui est sorti préalablement de la filière, et s'est concrété à l'air ; elle le tire au dehors, et le dévide de la longueur qui convient, pour qu'il arrive à la hauteur de la trame suivante ; et là, en rapprochant ses deux pattes, par un mouvement brusque et par une forte pression, elle agglutine le fil avec la trame, avant que celui-là se soit desséché ; le fil se soude en se coagulant, et l'araignée a terminé ainsi une maille à deux côtés droits et divergents, et à deux autres presque courbes et concentriques ; de là elle s'approche d'un autre fil rayonnant de la trame ; sans briser le fil continu qui tient à sa filière, elle en étire une nouvelle longueur, l'agglutine de nouveau par rapprochement, achève ainsi une nouvelle maille semblable à la première ; et en continuant ce mouvement de rotation rétrograde, l'araignée décrit des spirales dont les tours s'agrandissent de plus en plus, et dont chaque maille a exigé pour ses quatre angles tout autant de mouvements de l'animal. Quand la distance des deux fils rayonnants de la trame commence à devenir trop grande, l'araignée en tend un intermédiaire, qu'elle attache d'un côté au milieu de l'un des fils du tissu, et de l'autre à un nouveau rameau de l'arbre.

4143. Les chenilles qui s'emprisonnent dans les feuilles des arbres, parviennent à les rouler en cornet, en utilisant la propriété coagulatrice de la soie ; elles en rapprochent les deux bords par le même mécanisme, mais par le procédé contraire à celui qu'employa Fontana, pour faire arriver, sur le dé de pierre, l'obélisque qu'il avait soulevé dans les airs. Fontana mouilla les cordes pour en opérer le retrait ; la chenille sait que la dessiccation fait subir à sa petite corde un retrait ana-

logue ; elle attache un fil à l'un des bords de la feuille, et puis l'autre bout au bord opposé ; le retrait du fil rapproche d'autant les deux bords, et d'autant plus que le soleil est plus ardent ; cela fait, elle en attache un autre un peu au-dessous du premier, et elle rapproche d'une nouvelle quantité les deux bords de la feuille, et ainsi de suite jusqu'à ce que l'un des bords vienne recouvrir l'autre, et que la feuille forme un cornet, dans lequel la chenille s'emprisonne, et dont elle a grand soin de ne ronger que la paroi intérieure.

### § II. *Désorganisation saccharo-glutinique ou fermentation alcoolique.*

4144. Alcool. — Déposez dans l'eau, à la température ordinaire et au contact de l'air atmosphérique, ou au moins de l'oxygène, 100 parties en poids de sucre, et 1 partie et demie de gluten ou de levûre de bière ; la fermentation ne tardera pas à se manifester par le dégagement de bulles d'hydrogène et d'acide carbonique, et cela avec d'autant plus d'intensité que la température sera plus élevée ; et quand ce mouvement intestin aura cessé, si l'on soumet le liquide à la distillation, par une chaleur de 80° environ, et qu'on ait la précaution de faire passer les vapeurs à travers du chlorure de chaux parfaitement sec, on obtiendra dans le récipient un liquide incolore, volatil, odorant, qui produit sur l'estomac un grand développement de chaleur, ne rougit pas le tournesol, et ne bleuit pas le tournesol rougi par un acide ; d'une densité de 0,79235 à 17°, 88, qui bout à 78°,41 sous la pression de 0m,76, qu'un froid de 68° ne congèle pas, et qui est mauvais conducteur du fluide électrique. Ce liquide est miscible à l'eau, dissout à la température ordinaire deux fois et demie autant d'oxygène que l'eau, s'enflamme à l'approche d'un corps en ignition, et brûle d'une flamme blanche, sans laisser aucun résidu ; il dissout le soufre et le phosphore en petite quantité, l'iode, qui le colore en brun et le transforme en acide hydriodique, le brome et le chlore, les acides, la potasse, la soude, l'ammoniaque, les résines et huiles essentielles, les graisses, le sucre et ses divers mélanges ; mais il coagule les solutions de gomme, d'albumine, de gluten, et ne dissout aucune des bases ou aucun des sels qui sont insolubles dans l'eau. Ce produit se nomme *alcool* en chimie, *esprit-de-vin* dans les arts, et *eau-de-vie* dans le commerce des boissons, quand il est mêlé à une quantité d'eau qui ne saurait être moindre de la moitié du volume total. L'alcool forme la base du vin, qui peut être regardé comme un mélange d'eau en proportion considérable, d'alcool en moindre proportion, de sels, et spécialement de tartrate de potasse, de gluten, et d'une matière colorante jaune ou rouge, et dont la nuance s'altère avec le temps.

4145. D'après l'analyse de Saussure, l'alcool se composerait de :

| Carbone. | Oxygène. | Hydrogène. |
|---|---|---|
| 51,98 | 34,32 | 13,70 |

nombres d'où l'on a tiré, par le jeu de lettres usité en ce cas (4002), la formule atomique $C_4 H^6 O$, ou $C_4 H_4 + H_2 O$, ce qui équivaut à un mélange de deux volumes de bicarbure d'hydrogène et deux volumes de vapeur d'eau. En laissant de côté cette formule théorique, et en ne nous attachant qu'aux nombres fournis par l'expérience, on les retrouverait presque identiques à ceux de l'analyse, en soumettant à la combustion élémentaire, un mélange de quatre parties en poids d'hydrogène carboné et de trois parties en poids d'eau.

En effet, soient en nombres ronds (257) :

| | Carbone. | Oxygène. | Hydrogène. |
|---|---|---|---|
| 100 d'hydrogène carboné | ×4 = 348 | | 52 |
| 100 d'eau | ×3 = | 267 | 33 |
| | 348 | 267 | 85 |
| nous aurons | $= \frac{348}{7} = 49,714$ | $\frac{267}{7} = 38,143$ | $\frac{85}{7} = 12,143$ |

nombres dont les différences sont dans les limites des dissidences que nous avons eu tant de fois l'occasion de remarquer entre les analyses des divers auteurs.

4146. L'alcool peut donc être considéré comme du carbure d'hydrogène, retenant en dissolution trois septièmes de son poids d'eau. C'est alors ce que nous appelons l'alcool anhydre, c'est-à-dire l'alcool auquel le contact le plus prolongé du chlorure de chaux ne saurait désormais plus enlever une seule molécule d'eau ; et c'est ce qui advient de tout mélange intime de deux liquides qui se dissolvent mutuellement. Il arrive un point où les quantités de l'une et de l'autre se trouvent dans des conditions telles, qu'elles ne s'abandonnent plus l'une et l'autre à aucune espèce de réactif, et

qu'elles ne réagissent que toutes les deux ensemble. Il en est de l'eau unie à l'hydrogène carboné comme de l'hydrogène carboné uni aux acides organiques et autres (3684).

4147. Nous avons fait observer depuis longtemps que le ferment n'agit, dans la fermentation alcoolique, qu'en qualité de tissu; qu'il peut être remplacé avec un égal avantage par toute espèce d'autre tissu à base d'ammoniaque, l'albumine, le mucus; nous avons même vu le dépôt des téguments de la fécule en transformer la substance soluble en alcool (926), sous l'influence de certaines circonstances atmosphériques; les débris des animalcules microscopiques seraient dans le cas de servir de ferment à une dissolution sucrée (*). Ce point de fait établi nous donnera la théorie de la fermentation dans la dernière partie de cet ouvrage.

4148. L'alcool, laissé en contact avec les tissus qui l'avaient engendré, se transforme en acide acétique. Il en est de même, lorsque l'alcool est mis en contact soit avec des tissus ligneux et des copeaux, soit avec des corps poreux d'une certaine espèce, mais surtout avec du noir de platine; il se produit de l'*acétal*, dont nous aurons à nous occuper plus bas, et de l'acide acétique. Qu'on allume la mèche de la lampe à alcool dans laquelle on a introduit un fil de platine; si on l'éteint subitement, le fil restera rouge de feu, et il se produira un acide qui paraît identique, d'après les chimistes, à celui que donne l'éther dans cette circonstance.

4149. Les chimistes habitués à considérer le ferment comme un principe immédiat, comme un composé quaternaire de carbone, d'hydrogène, d'oxygène et d'azote, se trouvaient fort embarrassés, pour expliquer ce que devenait l'azote de cette substance, pendant les diverses phases de la fermentation. Mais l'azote n'existant dans les tissus glutineux qu'à l'état de sel ammoniacal, et le tissu ne se décomposant pas pendant cet acte, et subissant seulement des modifications dans sa consistance et son agrégation, l'azote reste ce qu'il était; et il se retrouverait à l'analyse, si l'on pouvait réunir tous les fragments glutineux qui, après s'être désagrégés, sont montés en suspension dans le liquide. On s'est trouvé également embarrassé, quand, par la synthèse, on a cherché à retrouver dans les produits les quantités des substances employées; on a vu que l'alcool et les gaz produits ne représentaient rien moins que la totalité du sucre employé. Mais il nous semble évident que l'autre quantité doit être supposée combinée avec les sels ou les bases que le ferment a cédés à l'eau; car le ferment est un mélange de bien des choses. Supposez qu'il renferme une résine ou une huile, une portion d'alcool s'associant à ces deux substances, ne passera pas dans le récipient; supposez qu'il se forme un acide, il se saturera et se fixera, si volatil qu'il soit, en se combinant avec une des bases fixes du tissu glutineux; les produits de la fermentation, nous l'avons dit depuis longtemps, doivent donc être cherchés non-seulement dans le récipient, mais encore dans la cucurbite.

4150. ÉTHER PROPREMENT DIT, OU ÉTHER SULFURIQUE.—C'est l'éther le plus anciennement connu (sa découverte remonte au XVIe siècle) et le plus généralement employé. L'acide sulfurique sert à l'éliminer de l'alcool, mais n'entre pour rien dans sa composition intime; liquide incolore, d'une odeur forte et suavement éthérée; sur les muqueuses et la langue, il produit une impression de chaleur et une saveur piquante; sur les surfaces épidermiques, en contact avec l'air atmosphérique, il produit, par la rapidité de son évaporation, une impression agréable, et souvent utilement révulsive, de froid; mauvais conducteur de calorique, mais réfractant fortement la lumière; fluide même à un froid de — 50°, il se vaporise instantanément à la température ordinaire, et sa vapeur prend feu à l'approche d'un corps enflammé, ce qui oblige le manipulateur d'avoir recours aux précautions les plus grandes; il bout à 35°,66 sous la pression de 0m,76, et sous le vide, à la température ordinaire; il se décompose à la chaleur rouge, en passant par un tube incandescent, en gaz hydrogène carboné et oxyde de carbone, en huile, en charbon, et quelques traces d'acide carbonique. En contact avec l'air atmosphérique, d'après Dobereiner, il l'absorbe, se combine avec l'oxygène qui le transforme en acide acétique (4148), et il garde en dissolution l'azote libre; d'où il arrive que jusqu'à son entière transformation, le mélange doit offrir successivement de l'acide carbonique éthéré, de l'éther acétique, et peut-être de l'acétate éthéré d'ammoniaque, si le flacon est resté exposé à l'obscurité; exposition favorable à la transformation de l'azote en ammoniaque, dans tous les milieux qui possèdent l'hy-

(*) Mais qu'on ne s'attende pas à nous voir réfuter une lecture académique de 1837, dans laquelle l'auteur, peu familier encore avec les observations microscopiques, a établi une théorie de la fermentation sur la présence indispensable des monades vivantes. La forêt des moisissures dans le lait (3360), a été le second tome de cette communication importante.

drogène au nombre de leurs éléments. Un fil de platine incandescent plongé dans l'éther y devient tout à coup lumineux, et répand des vapeurs phosphorescentes, il le transforme en acide, d'après Davy. La pesanteur spécifique de l'éther est de 0,71192 à la température de 24°,77. L'éther dissout le soufre et le phosphore qui le rend phosphorescent, le brome qui le rougit, l'iode qui le colore en brun. Le chlore gazeux l'enflamme à la température ordinaire; le potassium et le sodium le décomposent, en s'oxydant avec effervescence. Les métaux s'y oxydent, mais ne s'y dissolvent pas; la potasse, d'après Boullay, et l'ammoniaque s'y dissolvent, mais les alcalis l'altèrent par la chaleur. L'eau en dissout, à la température ordinaire, la dixième partie de son poids, et l'éther absorbe une petite quantité d'eau. L'alcool s'unit à l'éther en un liquide incolore, d'où l'eau dégage l'éther. D'après les expériences de Gay-Lussac, l'éther serait composé de :

| Carbone. | Oxygène. | Hydrogène. |
|---|---|---|
| 65,31 | 21,56 | 13,55 |

nombres que nous retrouverions presque, en soumettant à l'analyse élémentaire un mélange de cinq septièmes d'hydrogène carboné = gaz oléfiant, et de deux septièmes d'eau; nous aurions en effet en calculant par nombres ronds :

| | | |
|---|---|---|
| 63,57 | 25,43 | 12,43 |

Or les meilleures analyses de cette substance ne peuvent s'obtenir qu'au moyen d'une perte de produits, qui jette, nous en sommes sûr, dans des différences plus grandes. On voit ainsi que l'éther est de l'alcool, moins un septième d'eau.

4151. On peut préparer l'éther sulfurique avec les acides sulfurique, phosphorique, arsénique, fluoborique; mais l'acide sulfurique, à cause de sa grande avidité pour l'eau, est celui qui donne un produit plus abondant et plus facile à obtenir. On introduit dans une cornue de verre à une tubulure (fig. 54 *c*, pl. 1), parties égales d'alcool et d'acide sulfurique concentré, mais en ayant soin de verser l'acide peu à peu, et de favoriser, par l'agitation, le mélange, qui ne s'opère qu'en dégageant beaucoup de calorique; on place la cornue dans un fourneau muni de son laboratoire, et on la fait communiquer par une allonge (fig. 24 *al*, pl. 1), avec un ballon qui communique lui-même avec deux flacons, avec l'un directement par sa partie inférieure, et avec l'autre latéralement par un tube; on chauffe la cornue jusqu'à ébullition légère; l'éther se dégage et vient se condenser dans les deux flacons, jusqu'à ce que le liquide distillé soit à peu près égal aux deux tiers d'alcool employé. Car, dès ce moment, il commence à s'élever des vapeurs blanches; et si l'on continue la distillation, il se dégage du gaz sulfureux une petite quantité d'huile désignée sous le nom d'*huile douce de vin pesante*, du gaz hydrogène bicarboné ou *gaz oléfiant*, de l'acide carbonique; le liquide noircit et épaissit; l'alcool se carbonise. L'éther retient toujours un peu d'alcool et un peu d'eau, un peu de gaz sulfureux et d'huile douce de vin. On rectifie l'éther en le mettant en digestion pendant une demi-heure, avec un quinzième en poids de potasse à la chaux, que l'on agite dans le flacon, pour absorber le gaz sulfureux; on décante, on agite l'éther avec de l'eau pour enlever l'alcool; et on le distille ensuite sur du chlorure de calcium, pour le dépouiller de la quantité d'eau qu'il a absorbée.

4152. Les chimistes diffèrent entre eux sur la théorie des phénomènes que présente, en ses diverses phases, l'éthérification; et dans la discussion qui s'est élevée à cet égard, le mérite de l'exactitude et de la logique n'est certainement pas resté aux jeunes chimistes français. Nous ne saurions prendre parti ni pour les uns ni pour les autres; car nous doutons même de la théorie de la composition de l'éther. Si l'éther n'est, pour nous servir d'une ancienne expression, que de l'alcool déphlegmé; s'il n'est que de l'alcool moins une quantité d'eau, nous n'avons jusqu'à présent aucun moyen de nous expliquer pourquoi la chaux vive ne déphlegmerait pas l'alcool, tout aussi bien que le fait l'acide sulfurique; pourquoi l'acide hydrochlorique et l'acide concentré ne produiraient pas un éther identique avec l'éther sulfurique. Pourrait-on assurer, comme on assure un axiome, que l'éther ne renferme aucune parcelle de soufre, d'arsenic, de phosphore, quand il a été obtenu par l'action de l'acide sulfurique ou par l'acide arsénique, ou par l'acide phosphorique. S'il se dégage de l'acide sulfureux, d'une manière appréciable à nos sens et à nos réactifs, à une certaine époque de l'opération, par laquelle on traite l'alcool au moyen de l'acide sulfurique, il doit infailliblement s'en dégager, dès le principe de l'opération, d'une manière inappréciable. Si l'éther dissout une certaine quantité d'acide sulfureux, il en retient toujours, quoi qu'on fasse, une certaine quantité que nul alcali ne saurait lui soustraire (58); je n'ajouterai pas que l'une des propriétés du soufre est d'augmenter l'indice de réfraction des corps

qui le dissolvent, témoin le carbure de soufre; cependant, c'est d'après une analogie de cette nature, que Newton devina la composition du diamant.

4153. MÉLANGES D'ACIDES ET D'ALCOOL.— *Acide sulfovinique.* — On a donné ce nom au mélange d'acide sulfurique et d'alcool, qui s'opère à la température ordinaire. Par la même raison on aurait dû donner celui d'*acide sulfhydrique* au mélange d'eau et d'acide sulfurique; et celui d'*acide sulfoléique* au mélange d'huile et du même acide; sorte d'innovation qui ne mérite le blâme qu'en ce qu'elle est trop incomplète. Mais nous ne saurions accorder la même indulgence à la dénomination de *bisulfate* de *bicarbure* d'*hydrogène hydraté* que l'école universitaire de France a cherché à substituer à celui d'*acide sulfovinique*. C'est une expression qui blesse toutes les règles de la nomenclature chimique, et détruit toutes les acceptions reçues des terminaisons. Quelle analogie serait-on jamais dans le cas de signaler entre le sulfate de baryte ou autre, et ce singulier *bisulfate* de *bicarbure* d'*hydrogène hydraté ?* Qu'est-ce qu'un sulfate qui agit sur les bases, exactement comme le ferait la même quantité d'acide sulfurique?

4154. Le mélange d'acide phosphorique et d'alcool a pris le nom d'*acide phosphovinique*. On l'obtient, comme le sulfovinique, en traitant l'alcool par une ou deux parties d'acide, laissant le mélange exposé pendant quelques minutes à une température de 60 à 80°, saturant par le carbonate de baryte, qui produit un sulfovinate insoluble et un autre soluble et un phosphovinate; puis décomposant ces sels par la quantité strictement nécessaire d'acide sulfurique, filtrant et évaporant dans le vide, jusqu'à un certain point, où commencera le départ de l'alcool et de l'acide; l'acide sulfovinique et l'acide phosphovinique sont censés se séparer comme tout autant d'acides *sui generis*. Mais jusqu'à présent ils n'ont pas été analysés directement, et l'on n'a conclu leur composition que de leurs sels à base de baryte. Quand on cherchera à les analyser par eux-mêmes, on sera sans doute fort désappointé, en y trouvant de la baryte en quantité appréciable. Il n'est pas une propriété de ces acides qu'on ne puisse prévoir d'avance, en les considérant comme un mélange intime, comme une dissolution d'alcool et d'acide.

4155. Avec l'éther, les mêmes acides produisent des acides *sulféthérique*, *para-sulféthérique*, et, sans aucun doute, des acides *phosphéthérique* et *para-phosphéthérique*, composés qui ne méritent nullement une attention spéciale.

4156. Lorsqu'on distille un *sulfovinate de chaux*, on obtient dans le récipient une huile jaunâtre, verte ou incolore, connue sous le nom d'*huile douce de vin pesante*, qui est, d'après nous, un mélange d'alcool privé d'eau ou carbure d'hydrogène (gaz oléfiant) et d'acide sulfureux (4152); c'est, d'après les chimistes, un *sulfate neutre hydraté de bicarbure d'hydrogène*. Mais ce *sulfate neutre*, mis en contact avec de l'eau, se transforme en *acide sulfovinique* et en *huile douce légère*, qui tache le papier à la manière des huiles, épaissit à — 25°, et se solidifie à — 35°. Cette huile contient une huile concrète, qui se dépose en vingt-quatre heures, sous forme d'espèces de prismes brillants. La formule du *sulfate neutre*, etc. (huile pesante), serait, d'après Sérullas et Liebig : $2\ (SO^3 + C^8\ H^8) + H^2\ O$; et, d'après d'autres chimistes, $SO^3 + C^8\ H^8 + H^2\ O$. La différence, on le voit, n'est que du double.

4157. ÉTHERS COMBINÉS AVEC UN ACIDE. — L'éther joue ici le rôle des huiles, qui peuvent dissoudre une certaine quantité d'un acide quelconque, et le dissimuler aux papiers réactifs. Ces éthers sont neutres, et il n'est pas un acide qui ne soit dans le cas d'en produire un avec l'alcool, même l'*acide mucique* (3105)! car, malgré l'avertissement sur la nature de cet acide, nous n'avons pas moins eu un *éther mucique* dans ces derniers temps.

4158. En traitant 100 parties d'alcool rectifié par 63 parties d'acide acétique (3999) concentré, et 17 parties d'acide sulfurique du commerce, chauffant et évaporant jusqu'à ce qu'il ne reste que 125 parties dans la cornue, puis le liquide distillé par 10 de pierre à cautère, on produit de l'éther acétique, qui se rassemble à la surface en une couche distincte du liquide. Cet éther, très-soluble dans l'alcool, et d'une odeur mêlée d'éther sulfurique et d'acide acétique, se décompose complétement en alcool et en acétate de potasse, lorsqu'on le met en contact avec la pierre à cautère.

4159. En substituant l'acide oxalique à l'acide acétique dans cette opération, on obtient une liqueur brune qui, étendue d'eau, laisse déposer l'*éther oxalique* sous forme d'une couche oléagineuse pesante. On obtient un éther citrique, malique, gallique, kinique, benzoïque, etc., avec les acides de ce nom; mais, avec l'acide tartrique, on obtiendra un sirop brun épais,

mélange de *tartrovinate* (4153) ou de *sulfovinate* de potasse ou d'éther. On obtient un *éther chloré* en faisant passer du chlore en excès à travers l'alcool ; un *éther bichloré* (*huile des Hollandais*) en faisant passer du chlore en excès à travers du gaz hydrogène bicarboné; de l'*éther bromé* et *iodé*, en faisant passer le *brome* et l'*iode* dans l'alcool; un *éther nitrique* en distillant ensemble parties égales d'alcool et d'acide nitrique; un *éther hydrochlorique* en faisant passer l'acide hydrochlorique gazeux à travers l'alcool ; un *éther hydriodique* en traitant deux parties en volume d'alcool, et une partie d'acide hydriodique ; un *éther hydrocyanique* en distillant un mélange de cyanure de potassium et de sulfovinate de baryte (Pelouze); en décomposant un sulfovinate par un proto ou un bisulfure alcalin, on obtient un *mercaptan* (*mercurium captans*), qui est un éther *hydrosulfurique* ou un *acide sulfhydrovinique ?* Enfin un éther oxy-chloro-carbonique en traitant l'alcool par l'acide *chloroxycarbonique*, etc., etc.; chacun de ces éthers étant accompagné d'une formule, sur laquelle il s'établit tous les ans d'interminables discussions théoriques.

4160. L'éther sulfurique est le seul employé dans le laboratoire, comme menstrue des huiles grasses et volatiles, du caoutchouc, des résines. L'éther acétique n'est employé qu'en médecine. Nous terminerons cet article, aussi succinct que le comporte l'inexactitude du sujet, par le tableau suivant :

| ÉTHERS. | PÈSE | A LA température de | BOUT à | SOUS LA pression de | COULEUR. | ODEUR. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Sulfurique. . . | 0,715 | 15°,0 | 35°,7 | m. 0,76 | nulle | éthérée. |
| Acétique. . . . | 0,866 | 7°,0 | 71°,0 | d° | nulle | agréable. |
| Nitrique. . . . | 0,880 | 4°,0 | 41°,0 | d° | jaunâtre | forte. |
| Oxalique.. . . | 1,092 | 7°,5 | 183°,5 | d° | oléagineuse | aromatique. |
| Formique. . . | 0,910 | . . . . . . | 56°,0 | d° | | saveur sucrée. |
| Hydrochlorique . | 0,874 | 5°,0 | . . . . . . | . . . . | nulle | |
| Hydriodique . . | 1,921 | 22°,0 | 68°,0 | d° | jaunâtre | |

4161. ESPRIT PYROLIGNEUX, ESPRIT DE BOIS = ALCOOL, OU ÉTHER DE LA COMBUSTION. — Ce liquide fut découvert en 1812 par Philipps Taylor, dans les produits de la distillation du bois. Nous décrirons le procédé d'extraction, en parlant de la décomposition violente et ignée ; ici nous n'avons à donner que l'histoire de ses analogies et de sa composition. L'esprit de bois, ou esprit pyroligneux (*spiritus seu ether pyroxylicus*), est un liquide incolore, comme l'alcool, d'une odeur éthérée, qui rappelle un peu celle des fourmis (4009), et l'odeur d'huile de térébenthine, quand il n'a pas été entièrement débarrassé de son huile empyreumatique; d'une saveur brûlante, analogue à celle de la menthe poivrée ; d'une pesanteur spécifique de 0,798 selon les uns, et de 0,828 selon les autres, à 20° ; entrant en ébullition à 65°,5 ; se décomposant à une chaleur rouge ; donnant lieu à de l'acide formique (4009), quand il est mis, comme l'alcool (4148), en contact avec le noir de platine ; se dissout en toute proportion dans l'eau, quand il a été parfaitement débarrassé de l'excédant de son huile empyreumatique ; forme, au contraire, une émulsion avec l'eau, comme le fait l'eau de Cologne (*solution alcoolique d'huile essentielle aromatique*), quand cet esprit renferme une trop grande quantité d'huile pyrogénée ; soluble en toutes proportions dans l'éther, l'alcool, et se dissout en moindres proportions dans les huiles grasses et essentielles. Sa composition élémentaire serait de

| | Carb. | Oxyg. | Hydrog. |
|---|---|---|---|
| d'après Macaire et Marcet . . | 44,27 | 46,33 | 9,40 |
| Liebig . . | 53,84 | 35,29 | 10,97 |
| Dumas et Péligot . . | 37,97 | 49,63 | 12,40 |

La divergence est assez grande, comme on le voit ; ce qui provient autant du vice de l'analyse, que de l'impossibilité d'obtenir l'esprit de bois pur de tout mélange ; car il est impossible que l'esprit de bois ne retienne pas toujours, quoi qu'on fasse, une certaine quantité de tout ce qui se dégage en même temps, et de tout ce dont il s'imprègne en se liquéfiant : huiles essentielles de

diverse nature, oxyde de carbone, et surtout acide acétique, ou acide carbonique (3985), à la faveur duquel l'association du gaz oléfiant devient plus intense. Les nombres obtenus par l'analyse dépendront des proportions de ce mélange, proportions autant variables que le seront les modifications du procédé, et surtout les essences d'arbres employées à la distillation. Pour ne pas trop multiplier les combinaisons, nous nous arrêterons à l'hypothèse que l'esprit de bois soit un mélange de bicarbure d'hydrogène (gaz oléfiant) et d'eau. Nous retrouverons, à peu de chose près, les nombres de la première analyse ci-dessus, en supposant une combinaison de deux parties en poids de bicarbure d'hydrogène et de deux d'eau; les nombres de la seconde, en supposant un mélange de trois parties de gaz oléfiant, et de deux d'eau; et ceux de la troisième, en supposant un mélange de deux de gaz oléfiant et de trois d'eau. En effet, soient les mélanges suivants :

| | Carbone. | Oxygène. | Hydrogène. |
|---|---|---|---|
| 1° Avec 2 de carb. d'hydrogène . | $87 \times 2$ | | $13 \times 2$ |
| 2 d'eau . . . . . . . . . | | $89 \times 2$ | $11 \times 2$ |
| nous aurons . . . . . . . . | $\frac{174}{4}=43,5$ | $\frac{178}{4}=44,5$ | $\frac{48}{4}=12$ |
| 2° Avec 3 de carb. d'hydrogène . | $87 \times 3$ | | $13 \times 3$ |
| et 2 d'eau . . . . . . . . | | $89 \times 2$ | $11 \times 2$ |
| nous aurons . . . . . . . . | $\frac{261}{5}=52,2$ | $\frac{178}{5}=35,6$ | $\frac{61}{5}=12,2$ |
| 3° Avec 2 de carb. d'hydrogène . | $87 \times 2$ | | $13 \times 2$ |
| et 3 d'eau . . . . . . . . | | $89 \times 3$ | $11 \times 3$ |
| nous aurons. . . . . . . . . | $\frac{174}{5}=34,8$ | $\frac{267}{5}=53,4$ | $\frac{59}{5}=11,8$ |

nombres qui, comme l'on voit, rapprochent le plus de chacune des analyses précédentes, que les trois analyses ne se rapprochent entre elles.

4162. Si l'esprit de bois n'était qu'un mélange de gaz oléfiant et d'eau, son analogie avec l'alcool deviendrait incontestable; mais en le considérant, au contraire, comme un mélange intime d'acide acétique ou pyroligneux et de gaz oléfiant, son analogue se trouverait dans l'éther acétique; aussi, quand on le distille avec de l'acide sulfurique concentré, n'obtient-on pas d'éther sulfurique, mais un produit gazeux éthéré, qu'on obtiendrait certainement de l'éther acétique ordinaire, en procédant dans les mêmes conditions.

4163. Dumas et Péligot ont donné à l'*esprit de bois*, le nom de *bihydrate de méthylène*, et à son produit, par l'acide sulfurique, celui de *monohydrate de méthylène*; le *méthylène* étant un carbure d'hydrogène, qu'ils représentent par la formule CH; car, dans leur théorie atomistique, CH n'est plus l'égal de $C^2 H^2$, ni de $C^4 H^4$, ni de $C^8 H^8$; quoique pourtant, dans d'autres circonstances, il soit permis d'élever ces formules les unes aux autres par un commun multiplicateur, ou de les faire descendre par un commun diviseur, sans dénaturer la combinaison soumise théoriquement à ce jeu de lettres. Mais en admettant que CH soit différent atomistiquement de $C^4 H^4$, pourquoi laisser là tout d'un coup la nomenclature adoptée? Pourquoi substituer le nom barbarement grec de méthylène à celui de carbure d'hydrogène? Ce n'est pas avec ce désordre de néologismes, que les créateurs de la nomenclature chimique ont procédé dans le principe. Nous laisserons donc là, comme indignes de fixer l'attention des penseurs actuels, les sulfates, les cyanhydrates, les hydriodates, les hydrochlorates, les nitrates, les benzoates, les oxalates, les acétates de *méthylène*; toutes combinaisons qu'en opérant sur l'alcool, les auteurs appelaient des *sulfates* de *bicarbure* d'*hydrogène hydraté* (4153). Quant aux combinaisons de ces prétendus sels avec l'ammoniaque, nous renvoyons à ce que nous avons à dire, dans la deuxième classe du système.

4164. APPLICATIONS PRATIQUES DE LA THÉORIE DE LA FERMENTATION. — Du gluten, de l'albumine, tout tissu enfin ammoniacal d'un côté, et de l'autre du sucre, mis en contact, sous l'influence de l'oxygène de l'air, et à la température ordinaire, donnent lieu à la formation d'alcool et au dégagement d'acide carbonique et d'hydrogène. L'alcool abandonné, sous les mêmes influences, au contact du gluten ou de tout tissu ligneux et

poreux, donne lieu à la formation d'acide acétique; il se conserve indéfiniment, lorsque, dans le liquide, il ne reste ou il ne se forme plus de tissus. Mais il est une autre influence dont la théorie n'a tenu aucun compte, quoique la routine de la pratique ne l'ait point négligée: je veux parler de l'influence de la lumière, dont l'absence ou la présence est dans le cas de changer toutes les conditions du problème et la nature de toutes les transformations. En effet, dans l'obscurité, tout se décompose, et rien ne végète; mais que le liquide soit pénétré des rayons de la lumière, les substances organisatrices (3097) ne tarderont pas à s'organiser et à acquérir les propriétés fermentescibles des tissus; la matière verte qui précède et prépare le développement ligneux se formera dans le liquide; et la fermentation alcoolique, déviée de ses conditions normales, prendra les caractères de la fermentation acétique. Plus le degré de chaleur s'approchera de la chaleur de la lumière, et plus la marche de la fermentation sera dirigée vers ce résultat final. Si les tissus azotés abondent après la production de tout l'acide acétique, l'acide acétique se saturera à la longue, des produits ammoniacaux, qui ne manqueront pas de se former, et la fermentation deviendra alors putride. Dans la construction des cuves, celliers, caves, etc., on ne doit jamais perdre de vue ces principes; nous reviendrons sur la théorie de la fermentation dans la dernière partie de cet ouvrage.

4165. Quoi qu'il en soit, il résulte de ces quelques mots, qu'il n'est peut-être pas dans la nature une seule plante, dont le suc ne puisse seul, ou associé au suc d'une autre plante, dônner lieu à la fermentation alcoolique et acétique, et fournir une boisson fermentescible en plus ou moins grande quantité, et d'une qualité plus ou moins bonne; et l'on cesse dès lors de voir, avec le même dégoût, les procédés auxquels ont eu recours les peuples sauvages, guidés par leur expérience routinière, pour se procurer des liqueurs alcooliques avec les séves incomplètes que produisent leurs régions. Les uns mâchent une racine saccharifère pour l'imprégner d'albumine salivaire, qui jouit de la même propriété fermentescible que le gluten; d'autres, par un procédé plus dégoûtant encore, recueillent dans le même vase, et la séve saccharine des arbres du Nord, de l'érable, par exemple, et les crachats (3172) des plus vieilles femmes du pays; et cet amalgame, repoussant à la vue, produit nécessairement la liqueur la plus alcoolique et la plus suave à leur goût. Dans nos contrées, la routine, mieux dirigée par la science, a recours à des combinaisons moins hideuses à voir, pour obtenir des résultats aussi heureux et mieux calculés. Le raisin n'est pas le seul fruit dont l'industrie retire chaque jour des boissons fermentées; les céréales, les fruits des pomacées, des amygdalacées, prunes, pêches, etc., les racines saccharifères elles-mêmes, carottes, betteraves, etc., les groseilles, etc., sont dans le cas de donner des quantités considérables d'une boisson capable de rivaliser avec le vin, sous le rapport gastronomique et hygiénique. La plupart des fruits glutino-saccharins fermentent alcooliquement sur la plante ou dans le fruitier, lorsqu'on les abandonne, sans en altérer le tissu, à la réaction intestine de leurs principes; et la production de l'alcool se décèle à l'odorat de la manière la plus sensible, pour faire place ensuite à la fermentation acétique. Le fruit, en effet, est une espèce de cuve, où l'air atmosphérique circule par tous les interstices cellulaires (1103), et où le sucre et le gluten ne sauraient manquer de se trouver tôt ou tard en contact, par l'oblitération et la désagrégation des parois cellulaires et vasculaires.

4166. Vins et vinification. — On entend par vin une liqueur produite par la fermentation du *moût* ou jus de raisin. C'est à Fabbroni, auteur de l'*Art de faire le vin*, que nous sommes redevables de la théorie, qui a tant influé sur les progrès de la fabrication du vin. C'est lui qui reconnut le premier, par des expériences fort ingénieusement dirigées, que le vin résultait de la réaction de deux principes renfermés dans le grain de raisin, gluten et sucre, sous l'influence de l'oxygène; que les vins les plus riches en alcool étaient ceux qui proviennent des raisins, chez lesquels le sucre et le gluten se trouvent en proportions convenables, pour qu'après la réaction il ne reste, dans le moût, ni de l'un ni de l'autre, en quantité trop grande; que les vins acides proviennent des raisins chez lesquels le gluten est prépondérant (3172), et les vins sucrés, des raisins chez lesquels le sucre l'emporte sur le gluten. Ces principes une fois constatés, il devint facile d'améliorer les plus mauvais vins, en ajoutant au *moût* la substance complémentaire de la fermentation, que le climat avait refusé d'élaborer en assez grande quantité dans la grappe; et la science ne s'arrêta pas à améliorer la fabrication, elle n'a pas peu servi à guider et à éclairer les procédés de la falsification.

4167. On distingue dans le raisin 1° la grappe,

qui est l'inflorescence, et dont les rameaux sont riches en gluten, en acides, en matière verte, et pauvres en substance saccharine; 2° le grain, qui est une baie sphérique en général, composée d'une pellicule extérieure où réside principalement la matière colorante; d'un tissu cellulaire glutineux et mucilagineux, riche en tartrate acide de potasse, et en sels variables, selon les climats et les terrains; mais parmi lesquels il faut ranger un sel inconnu, à base d'ammoniaque, qui est la cause du principe odorant; d'un réseau pseudo-vasculaire saccharin, ainsi que le constate l'acide sulfurique albumineux (3160); enfin d'interstices intercellulaires, remplis d'air atmosphérique. Le sucre ne se forme dans cet organe qu'à la maturité; mais la maturité est une progression qui suit celle de la chaleur et de la lumière; les raisins du Nord sont, toutes choses égales d'ailleurs, plus mûrs que les raisins du Midi; et tous les soins que nous prenons de tailler, d'épamprer, d'échalasser et de renouveler le ceps dans les climats froids, ne sauraient jamais y faire parvenir la grappe à ce degré de coction, que les raisins acquièrent, sous le dôme de verdure des vieilles souches, qu'on abandonne à elles-mêmes, dans les climats chauds. Que de dépenses ne prodiguons-nous pas pour amener à point le vin de Surêne! Les vins les plus liquoreux du Midi proviennent souvent de treilles enracinées dans les fentes des rochers coupés à pic et inaccessibles à la main-d'œuvre.

4168. D'où il arrive que les vins du Nord auront toujours moins d'alcool, et un excédant de gluten, lequel, réagissant sur l'alcool formé, se transformera en acide; que les vins du Midi auront un excédant de sucre et beaucoup d'alcool; qu'ils seront plus liquoreux que les vins du Nord; et ces proportions se gradueront d'une manière indéfinie, selon les degrés de latitude et les expositions.

4169. Mais une fois que la science a constaté les conditions, il n'est plus difficile à l'art de les reproduire, et de transformer le vin de Surêne en vin de bonne qualité, et d'alcooliser, en vertu de la même théorie, l'excédant de gluten du *moût* du Nord, et l'excédant de sucre du *moût* du Midi, en ajoutant des rebuts saccharins à celui-là, et du gluten de céréales à celui-ci.

4170. Toute l'histoire de la fabrication du vin découle de ces principes: on vendange le raisin à l'état de la plus grande maturité qu'il puisse atteindre sans déchet; les meilleures qualités de vin s'obtiennent, aux dépens de la quantité, des raisins qui commencent à sécher sur plante. On a soin de les égrapper dans le Nord, la grappe apportant au moût non-seulement une nouvelle quantité de gluten, mais une nouvelle quantité d'acide; cette précaution, quoique bonne dans le Midi, n'y est pas, cependant, d'une nécessité indispensable. Les grappes, jetées dans un cuvier, sont *foulées* soit aux pieds, soit avec *un fouloir en bois;* le jus est abandonné à lui-même dans une cuve, soit en bois, soit en pierre calcaire (*), que l'on a soin de recouvrir de manière à intercepter le contact immédiat de la lumière, mais non celui de l'air ambiant. La fermentation s'établit presque aussitôt, pourvu que la température ne soit pas au-dessous de 12° à 15° cent.; elle devient bientôt tumultueuse; le liquide bouillonne, il s'en dégage, et une quantité considérable de gaz acide carbonique, qui oblige de tenir les portes et les fenêtres du local ouvertes au vent, et une odeur alcoolique assez prononcée. Le local offre alors les phénomènes de la *grotte du Chien;* les chiens, les animaux de basse stature, les enfants y souffrent et s'y asphyxient; mais les hommes debout et les chevaux ne sont pas atteints par la couche du gaz. Dans les pays méridionaux on abandonne le vin dans la cuve, que l'on bouche hermétiquement, et que l'on plâtre, dès que la fermentation a entièrement cessé. Dans le Nord on soutire le vin dans des tonneaux, et on le clarifie, puis on le colle avec du blanc d'œuf (quatre blancs d'œufs battus dans du vin pour un tonneau de deux cent cinquante litres). Si l'on mettait en bouteille avant que la fermentation eût cessé, le vin s'imprégnerait d'acide carbonique; on ferait du vin de Champagne; et pour s'opposer à l'explosion, il serait nécessaire de ficeler le bouchon avec du fil de fer, ou d'emprisonner le bouchon dans une calotte métallique. Mais on peut fabriquer du vin de Champagne avec toute espèce de vin. Après la fermentation, il suffit de jeter du sucre dans la bouteille qui renferme le vin du Nord, et un centième de gluten (4168) environ dans les vins liquoreux du Midi, de ficeler le bouchon comme pour le vin de Champagne, et de coucher la bouteille. Il s'établit, dès ce moment, une nouvelle fermentation; l'acide carbonique se comprime en se dégageant; il fait

(*) Dans le midi de l'Europe, la cuve est un vaisseau carré en pierre calcaire, dont l'ouverture est au rez de chaussée de la maison, et le robinet au fond de la cave. On étend un châssis en bois sur l'ouverture, et on foule aux pieds les raisins sur ce châssis; le jus coule dans la cuve à travers les intervalles. Ces cuves en pierre ont la propriété de désacidifier le moût.



sauter le bouchon, quand on supprime l'obstacle, et le vin en sort mousseux et petillant.

4171. Le vin est donc un mélange, en des proportions variables à l'infini, d'eau, d'alcool, de tartrate de potasse, d'acide, de gluten, de sucre, et d'une matière colorante qui passe par toutes les nuances, depuis le jaune jusqu'au rouge brun; toutes substances qui se trouvent isolément dans la nature, et que, par conséquent, l'art des falsifications peut réunir et associer de toutes pièces, de manière à tromper le plus habile dégustateur, je ne dirai pas le plus habile expert assermenté; car pour celui-là il ne faut pas se mettre tant en frais d'œnologie, à l'effet de lui faire prendre l'eau de puits alcoolisée pour du vin ordinaire de Mâcon (*). La matière colorante est cependant l'élément le plus difficile à attraper, par la falsification; et la coloration au myrtille, dont on se sert à Paris, est facile à distinguer par la couleur bleue que prend le vin sur la nappe, ou sur le papier blanc qu'on en imprègne.

4172. Les falsifications qui supportent la bouteille, et se conservent en cave, sont, en général, peu dangereuses pour la santé; ce sont des contrefaçons qui trompent agréablement le riche, et ne lui nuisent pas. Il n'en est pas de même des altérations qui se commettent journellement dans les tavernes destinées au pauvre; rien de plus sale à voir que ces sortes de manipulations; rien de plus déplorable que leurs effets sur l'estomac de cette classe de la société, si intéressante par les services qu'elle rend, et par les souffrances qu'elle reçoit en échange. Il n'y a pas un marchand de vins à Paris qui ne se permette, à cet égard, des fraudes que la police connaît fort bien, et qu'elle est inhabile à réprimer; et il n'est pas un accident d'ivrognerie dont ce système de débit ne soit complice. Le gouvernement ne préviendra ces empoisonnements de la classe laborieuse, qu'en prescrivant de ne laisser sortir le vin des entrepôts, qu'en bouteilles cachetées du sceau de l'octroi, et qu'en réglant le prix du vin comme on règle chaque mois le prix du pain. Jusque-là ce sera une honte pour notre état social, que l'impunité dont jouit cette altération de la *joie du cœur du pauvre*. Les ouvriers du Midi se soûlent rarement, et ce n'est pas faute de vin, et de bon vin; le meilleur de ces contrées leur revenant à 10 ou 12 centimes la bouteille; tandis que les ouvriers de la capitale sont déjà ivres morts au troisième verre qu'ils payent dix fois davantage: rien, en effet, ne dispose plus à l'ivresse, qu'une mauvaise disposition de l'estomac; et le vin frelaté porte avec lui cette seconde cause d'ivresse.

4173. Les vins sont sujets à s'altérer spontanément; la théorie de la vinification peut encore nous rendre compte de ces sortes de maladies du vin, ainsi que des modifications qu'il offre en vieillissant. Soit en effet un vin de Mâcon ordinaire; ce vin est acide et rougit fortement le tournesol; la couleur en est écarlate, couleur qui n'en altère en rien la diaphanéité; desséché sur une lame de verre, il laisse déposer et une belle matière colorante qui ne perd rien de son éclat écarlate, et du tartrate de potasse qui cristallise avec toutes les formes que nous avons eu l'occasion de remarquer dans le suc de *chara* (3319); mais ces cristaux offrent, par réfraction, des taches purpurines (741). L'oxalate d'ammoniaque, l'acide sulfurique, etc., n'y occasionnent aucun précipité appréciable. Il n'en est pas de même du nitrate de baryte, qui y détermine un précipité insoluble dans l'acide sulfurique, ou hydrochlorique concentré. Les alcalis, fixes ou volatils, en changent la couleur en vert, et y occasionnent un précipité vert sombre, floconneux, quasi glutineux et filant; car l'alcali sature l'acide qui servait de menstrue au gluten, et sans doute à la portion oléagineuse qu'il est permis de supposer dans la grappe. Les vins ne sont pas acides au goût, tant que l'acidité ne dépasse pas les proportions nécessaires pour tenir le gluten en solution dans le liquide.

4173 *bis*. Ces faits établis, que l'on abandonne à la lumière le vin le plus généreux, et le plus heureusement combiné; les substances organisatrices se transformeront en tissus, les tissus glutineux en tissus ligneux; ceux-ci, réagissant sur l'alcool du liquide, le transformeront nécessairement en acide acétique, et le vin tournera à l'aigre; le vin sera affecté de la maladie appelée ACESCENCE.

4174. Si l'air y pénètre, et que le local soit maintenu dans l'obscurité, les tissus seront des tissus nocturnes (**); ce seront des moisissures; le vin sera affecté du *goût de moisi*.

4175. Les vins *fûtés*, ceux qui sentent l'odeur du fût, sont ceux dont l'alcool a rencontré des parois ligneuses imprégnées de cette odeur; de pareils tonneaux sont purifiés par la fumée et la flamme, ou par le chlorure de chaux.

4176. Mais que le vin ait été abandonné trop longtemps dans une cuve en pierre, dans des

(*) Voyez la note de la page 211 de ce volume.

(**) *Nouv. syst. de physiologie végétale et de bot.*, § 1268.

bouteilles de mauvais verre mal fondu et alcalin, dans un tonneau d'un bois incrusté de calcaire ; son acide, se saturant, ne manquera pas d'abandonner à la précipitation spontanée, le gluten qu'il dissolvait; le vin aura alors la *graisse;* il *tournera au gras*, il *graissera*, il *filera*, expressions employées à désigner les diverses phases de la maladie. La théorie indique le remède, en indiquant le cause du mal ; l'addition d'un acide, d'un peu d'acide tartrique, de tanin, d'acide gallique, redissoudra la graisse glutineuse, et rendra au vin son acescence normale et sa limpidité.

4177. Que si une portion minime de ce gluten est abandonnée soit par l'évaporation de la partie aqueuse du vin, soit par la saturation ou la décomposition lente et graduée de l'acide, le précipité, au lieu d'être floconneux, sera globulaire (1288), se composera de globules blancs, égaux entre eux, insolubles dans l'eau et dans l'alcool, qui se réuniront, se rapprocheront à la surface, sous forme d'une fleur blanche et farineuse. Dans ce cas le vin sera *piqué ;* il aura la *fleur du vin*. On n'a qu'à laisser à l'air et à la lumière, en été, dans un verre à boire, un doigt de vin de Mâcon, il ne tarde pas à se former à la surface une couche de fleur de vin, qui, examinée au microscope, ne se compose que de grains ovoïdes, étranglés en cocons, d'une blancheur extrême et d'une grande dureté, dont le grand diamètre varie selon les saisons et l'élévation de température, mais dépasse à peine $\frac{1}{100}$ de millimètre; c'est le précipité globulaire du gluten.

4178. En un mot, pour augmenter la quantité d'alcool d'un vin, ajoutez du gluten malaxé (1396) au moût des raisins du Midi; et des sucres de rebut, de la mélasse, des carottes ou des betteraves, ou bien même de l'amidon bouilli, au moût des vins du Nord.

Pour préserver vos vins de toute altération spontanée, ayez soin de les déposer dans un local sombre et frais, dans des vaisseaux exempts d'alcalis ou d'acides libres, et après vous être assurés que la liqueur est assez bien clarifiée pour que le gluten ne puisse en aucune manière se coaguler en tissus, et devenir l'agent d'une fermentation nouvelle. Dans le cas d'un précipité glutineux, soutirez, transvasez, clarifiez de nouveau, ou essayez de redissoudre le gluten, au moyen d'une addition d'acide tartrique.

4179. BIÈRE. — Les grains des céréales, renfermant, dans leur périsperme, du gluten et une substance susceptible d'être transformée en sucre, l'industrie n'a pas manqué d'utiliser un produit aussi abondant, et d'en tirer une boisson fermentée, et cela surtout dans les pays où la vigne refuse de prospérer.

4180. C'est avec le seigle que les Russes préparent leur *kwas*, et c'est avec l'orge que, dans nos provinces septentrionales, surtout, on prépare la *bière*.

4181. A cet effet, on fait germer le grain, afin de transformer l'amidon en sucre (1368); on dessèche ces grains germés pour les réduire en farine (*malt*), que l'on délaye dans une eau à 100°; on décante, quand, après avoir bien brassé le mélange, on est sûr d'avoir enlevé à la farine (1330) tout ce qu'elle a de soluble, ou de susceptible de rester en suspension (*sucre et gluten*); on chauffe le liquide dans une chaudière, on y jette 2 kilogrammes de houblon par pièce de 60 litres, et on achève la cuisson. On renverse le liquide dans une cuve nommée *cuve guilloire*, et on y jette de la *levûre d'une bière précédente*. La fermentation s'établit; à l'époque de la *fermentation insensible* (4170), on décante dans des tonneaux ; on écume alors la *levûre nouvelle*, pour une opération subséquente ou pour s'en servir comme *levain*. On *colle* le liquide, et l'on bouche les tonneaux, quand l'écume cesse de se montrer; cette boisson continue à se saturer d'acide carbonique provenant de la continuation de la fermentation; et c'est par la force expansive de ce gaz, qu'à une certaine température, la bière fait sauter le bouchon (4170).

4182. CIDRE ET POIRÉ, etc. — Le cidre est le produit de la fermentation alcoolique des pommes, et le poiré celui de la fermentation des poires.

4183. On emploie à cet usage certaines espèces de pommes ou poires, à l'époque où elles tombent de l'arbre. On les écrase, et l'on ajoute une petite quantité d'eau au marc obtenu. On soumet alors au pressoir ce marc par couches alternatives de cidre et de paille, et on reçoit le jus qui en découle, à travers un tamis de crin, dans une grande futaille qu'on ne remplit que jusqu'à deux pouces de la bonde, et que l'on a soin de placer dans un lieu tempéré (4178); la fermentation s'établit au bout de trois à quatre jours, et la liqueur rejette une grande quantité d'écume, dont on facilite l'expulsion, en remplissant tous les jours la futaille jusqu'à la bonde. On la bouche lorsque cette fermentation tumultueuse cesse;

aussi le cidre fait-il sauter le bouchon comme la bière.

4184. On fabrique encore des boissons alcooliques avec les cerises, les merises, les sorbes et les cormes, les figues, les prunes, la séve de bouleau, les baies de genièvre, enfin avec tous les fruits ou liquides, dans lesquels se trouvent réunis le sucre et le gluten. Celles qui, par suite de divers mélanges, conservent un goût désagréable, peuvent servir à la distillation dont nous allons nous occuper.

4185. Extraction de l'alcool. — On extrait par distillation l'eau-de-vie, de toutes les liqueurs fermentées. Le principe de l'opération est fondé sur ce que l'alcool se volatilise à une température beaucoup plus basse que l'eau; en sorte qu'en maintenant la cucurbite à la température de 80°, il se dégage beaucoup plus d'alcool en vapeurs que d'eau, et qu'en faisant passer les vapeurs par un réfrigérant, il se condense beaucoup plus d'eau que d'alcool; l'on peut ainsi recueillir l'alcool à un certain état de pureté, dans le récipient de l'appareil distillatoire.

4186. Dans les laboratoires, on extrait l'alcool, au moyen de l'appareil de Woolf (pl. 1, fig. 25), (220). Que l'on place, en effet, dans le ballon (*ba*) ou dans une cornue de verre (fig. 24) qui en tienne lieu, la liqueur fermentée à distiller, de manière que le liquide n'occupe que le tiers de la capacité du vase. Si l'on porte la température du vase à 80°, en plaçant des charbons sur le fourneau (*f*), l'alcool se vaporisera en plus grande abondance que l'eau; et les deux corps se rendront à la fois dans le premier flacon à trois tubulures. Là il se condensera plus d'eau que d'alcool; mais bientôt la température du flacon augmentera, et le liquide condensé se vaporisera de nouveau, de manière qu'il se dégagera encore cette fois plus d'alcool que d'eau; les vapeurs en se rendant dans le deuxième flacon s'y condenseront encore en suivant la même progression, et ainsi de suite, en sorte qu'en augmentant le nombre des flacons de la série, on pourra recueillir l'alcool aussi rectifié qu'il est possible de l'attendre, dans le récipient (*ep*); la faible quantité d'eau que l'alcool retiendra encore, on l'en dépouillera tout à fait, au moyen du chlorure de chaux.

4187. Les premiers appareils des distilleries en grand étaient une imitation de cet appareil de laboratoire. Le réfrigérant employé aujourd'hui (204) (pl. 2, fig. 1) est une application réduite à ses plus simples termes du principe sur lequel est fondée la distillation alcoolique. Les vapeurs, en effet, en se condensant contre les plaques verticales (*f*) de la caisse réfrigérante (*b*B) reviennent à la cucurbite (*ch*), pour se vaporiser de nouveau; et comme le liquide condensé qui coule du réfrigérant dans la cucurbite est un mélange de beaucoup d'eau et de peu d'alcool, il s'ensuit que l'alcool se rectifie, par un cercle sans fin, pour ainsi dire, de condensations et de distillations, et qu'au sortir du réfrigérant, les vapeurs alcooliques vont se condenser dans le serpentin aussi purgées d'eau, que si on les avait obtenues au moyen de plusieurs opérations successives.

4188. Ce procédé s'applique à l'extraction de toutes les eaux-de-vie, quelle que soit la liqueur fermentescible, vin, bière, etc.; mais l'eau-de-vie retient toujours, quoi qu'on fasse, quelques principes oléagineux caractéristiques de la plante qui a servi à la fermentation : de là les variétés spécifiques des eaux-de-vie. Le *rhum* ou *tafia* est la liqueur alcoolique obtenue de la *mélasse fermentée* du suc de canne; on donne le nom de *kirschwasser*, à l'alcool obtenu de la fermentation des cerises et merises; celui d'*eau-de-vie de grains* à l'alcool obtenu de la fermentation des céréales; celui d'*eau-de-vie de pomme de terre* à l'alcool provenant de la fermentation des pommes de terre.

4189. Pour extraire l'eau-de-vie de grains, on mêle une partie de malt (4181) à neuf parties de grains concassés; on verse, sur le mélange, assez d'eau bouillante pour en former une pâte claire; on l'abandonne pendant deux heures dans une cuve couverte; on ajoute de l'eau de puits froide ou tiède; on y mêle ensuite de la levûre de bière ou du *levain de farine;* on laisse fermenter pendant trois jours, et l'on soumet le liquide à la distillation.

4190. Pour extraire l'eau-de-vie de la pomme de terre, on fait cuire ces tubercules à la vapeur; on les écrase pour y mêler avec soin trois centièmes environ de leur poids de *malt* (4181); on en forme une pâte claire, au moyen de l'eau bouillante qu'on verse sur le mélange; on abandonne également dans une cuve couverte, ainsi que ci-dessus, et l'on distille ensuite. 100 kilogrammes de pommes de terre sont dans le cas de fournir 16 litres d'eau-de-vie à 19°, et 100 kil. de grains jusqu'à 42 litres au même degré.

4191. Il n'est pas de fruit, dont on ne puisse extraire également des quantités plus ou moins grandes d'alcool, en complémentant ce qui peut leur manquer en sucre ou amidon d'un côté et en

gluten de l'autre; et c'est de la différence des proportions, dans lesquelles ces deux éléments fermentescibles se trouvent mélangés naturellement dans les organes des plantes, que résulte la richesse ou la pauvreté des produits en alcool; de là vient que le vin de raisin sec donne 25 sur 100 d'alcool, tandis que le vin d'Espagne n'en donne que 19 en moyenne; les vins du midi de la France 17 à 18, ceux du centre 13 à 14, ceux du nord 9 à 10, le cidre 7; la bière 5 à 6, et la petite bière de Londres 1, 28 environ. La bonne eau-de-vie du commerce renferme un peu plus de moitié d'alcool, et le reste d'eau; c'est-à-dire de 51 à 54 d'alcool sur 100. Pour apprécier le titre des eaux-de-vie, on a recours à une espèce de pèse-liqueur (314), dont chaque degré, au moyen de tables dressées par des expériences directes, donne la quantité d'alcool contenu dans le liquide. L'alcoomètre et les tables de Gay-Lussac ne sont point considérés comme exempts de tout défaut; mais l'auteur s'étant trouvé plus à portée de les faire adopter par l'administration, on a tout à fait perdu de vue les expériences contradictoires et les tables dressées par d'autres chimistes et d'autres manipulateurs. 100 degrés de l'alcoomètre Gay-Lussac correspondent à une densité de 0,7947; 95 à une densité de 0,8168; et 30 à une densité de 0,9656.

4192. EXTRACTION DE L'ACIDE ACÉTIQUE. — La distillation du vinaigre est fondée sur une donnée contraire à celle de la distillation de l'eau-de-vie, sur ce que l'eau est plus volatile que l'acide acétique; les dernières quantités qui arrivent dans le récipient sont, de la sorte, plus exemptes d'eau que les premières, et le produit prend le nom de vinaigre radical, ou acide acétique rectifié. Le vin se change en vinaigre par son exposition à l'air et à la lumière; on l'aigrit aussi, en y versant une certaine quantité de vinaigre, ou bien en y déposant des copeaux, ou autres corps poreux, et le laissant exposé à l'action de l'air atmosphérique. Le vinaigre blanc provient des vins blancs ou des vins rouges décolorés au charbon animal. On extrait encore l'acide acétique, pour les laboratoires et les arts, de l'acétate de cuivre, par la distillation à l'aide de l'acide sulfurique. Le vinaigre tant vanté, dit *vinaigre des quatre voleurs* (*), provenait d'une infusion de plantes balsamiques (girofle, muscade, camphre, rue, sauge, romarin, absinthe, menthe, lavande, etc., à demi sèches), dans le vinaigre ordinaire. C'est une liqueur qui, étendue d'eau, est éminemment vermifuge (3061). Le *vinaigre rosat* est une infusion de pétales de roses dans le vinaigre; le *vinaigre suroré,* une infusion de fleurs de sureau dans le vinaigre, et le vinaigre *framboisé* une infusion acétique de framboises.

## § III. *Décomposition ammoniacale, ou fermentation putride.*

4193. Les substances végétales et animales qui cessent d'être placées dans des conditions favorables, soit pour s'organiser, soit pour fermenter alcooliquement et acétiquement, ne tardent pas à offrir les caractères de la fermentation putride, fermentation dont les produits, désormais nuisibles à l'organisation, varient à l'infini, en nombre, en proportions et en combinaisons, en raison de toutes les circonstances qui enveloppent la substance, selon que la partie aqueuse est plus ou moins abondante, la température plus ou moins élevée, l'air plus ou moins agité, la substance plus ou moins ammoniacale, plus ou moins poreuse, plus ou moins ligneuse ou glutineuse et albumineuse, et l'obscurité du local plus ou moins grande. C'est sous l'influence du concours varié de toutes ces circonstances que les éléments de l'organisation se désagrégent, pour se combiner de nouveau entre eux deux à deux, trois à trois, etc., etc.; le carbone s'éliminant en gaz oxyde de carbone, acide carbonique, hydrogène carboné; l'hydrogène en eau; l'azote en ammoniaque et en acide cyanique et hydrocyanique; le soufre en hydrogène sulfuré; le phosphore en hydrogène phosphoré, en acide phosphorique; et puis tous ces corps se mêlant, se combinant ensemble en proportions indéfinies. Dédale inextricable, où la science actuelle se perd, impuissante, là plus que partout ailleurs, avec ses instruments dits de précision; laboratoire de mort, mais laboratoire invisible; boîte de Pandore, d'où sont sortis tous les maux contagieux qui ont affligé les âges, et dans le fond de laquelle il nous semble permis d'entrevoir l'espérance de la théorie. Nous nous contenterons aujourd'hui de signaler quelques faits de détail, qui sont dans le cas d'éclairer la pratique dans ses diverses applications.

(*) Ainsi nommé, parce que quatre voleurs, dit-on, obtinrent leur grâce, en faisant connaître le secret de cette composition. On le voit, dès ce temps, on admettait que le coupable pouvait racheter sa peine, et réparer sa faute par un bienfait envers l'humanité tout entière. Pourquoi ne pas généraliser ce système de pénalité, et ne pas remplacer la torture par l'obligation d'être désormais utile à tous?

4194. Les produits de la décomposition putride ne nuisent pas à toutes les espèces d'animaux ; et il est des insectes qui n'éclosent et ne vivent que dans ce foyer d'infection ; certaines mouches ne déposent leurs œufs que sur les cadavres, ou la chair qui commence à fermenter. Les miasmes des marais sont peut-être moins funestes à la santé des hommes, par la nature chimique de leurs produits, que par la nature des myriades d'insectes microscopiques qui s'y développent.

4195. Les effets pestilentiels de la putréfaction des végétaux et des animaux sont en raison inverse de la quantité d'eau qui forme une nappe au-dessus de la substance; le cadavre qui séjourne au fond de l'eau en est retiré comme tanné, et blanc comme du marbre; à l'air, il bleuit, s'enfle de gaz, grouille de vers, et répand l'infection à la ronde. Les marais profonds et encaissés par des bords coupés à pic ne sont nullement insalubres ; la fièvre n'y germe que lorsque l'eau baisse, et que la vase du fond se trouve plus près de l'air ambiant; le voisinage en devient inhabitable, une fois que le fond en est mis à nu et se couvre de matière verte.

4196. Toutes choses égales d'ailleurs, une eau agitée par les vents ou par le mouvement des machines, est moins insalubre qu'une eau calme et dormante; et les amas d'eaux dont le fond est une couche épaisse de gravier épais, le sont moins que les amas d'eaux dont le fond est en glaise ou en calcaire.

4197. Les produits les plus morbides de la décomposition putride se décomposent en produits atmosphériques, sous l'influence directe des rayons lumineux ou de la flamme ; ils se combinent en produits inoffensifs en contact avec les produits acides, et surtout avec ceux de la combustion du bois. De là vient que la putréfaction, dans les caveaux humides, si peu sensible qu'elle soit à l'odorat, est pire que la putréfaction la plus fétide à la face du soleil.

4198. Les eaux stagnantes tiennent en dissolution tous les produits de la décomposition des substances animales et végétales, le gluten et l'albumine, l'huile et les résines, en proportion des produits ammoniacaux ou acides qui servent de menstrue à ces substances, puis les sels ammoniacaux et terreux, etc. ; et l'abondance de ces produits est en raison de l'obscurité dans laquelle l'eau se trouve plongée.

4199. Dans l'eau la plus pure exposée à l'air, il suffit qu'il se rencontre en solution une certaine quantité de substances organisatrices, pour qu'il ne tarde pas à se former au soleil de la matière verte et des infusoires, de la matière fongueuse et ammoniacale dans l'ombre, et surtout de l'acide carbonique qui reste dissous dans la seconde, et se dégage de la première, pour aller se décomposer au profit de la végétation.

4200. Enlevez l'air atmosphérique aux tissus, vous rendez toute fermentation putride aussi impossible que la fermentation alcoolique ; rendez les tissus imperméables à l'air et à l'humidité (4028), vous finirez par les conserver pour ainsi dire dans le vide et les rendre imputrescibles ; imprégnez-les de substances vermifuges, vous aurez achevé de les soustraire à jamais à la décomposition spontanée. Ce petit nombre de principes servira de base aux applications, qui vont faire le sujet des paragraphes suivants.

4201. Eau potable. — L'impureté habituelle des cours d'eau, dans lesquels se déchargent les immondices des villes ou villages, a de tous les temps porté les esprits vers les moyens de les assainir et de les rendre propres à servir de boisson. A Paris, c'est là un point essentiel de la question hygiénique ; il n'est pas un étranger qui ne ressente les effets de l'eau de la Seine les premiers jours qu'il en boit ; et pendant six jours de la semaine, l'eau de la Seine est généralement la boisson unique du pauvre travailleur et de sa famille. On a proposé divers moyens pour l'obtenir avec le moins d'impuretés possible; les pompes qui alimentent nos fontaines prennent l'eau sur la ligne médiane du cours du fleuve, parce que l'on s'est aperçu que, par l'effet du courant, les immondices longent le rivage, et obéissent ensuite à la loi de la pesanteur en se déposant sur les bords; et pourtant, malgré cette précaution, l'eau de Seine ne laisse pas de conserver les qualités qui, pendant les trois quarts de l'année, la rendent impotable ; car ce n'est pas seulement aux égouts de Paris qu'elle emprunte les substances fermentescibles, mais aux animaux qui y voguent, aux bateaux qui la sillonnent en tous sens depuis sa source environ, mais aux remous que la direction du lit détermine, et qui s'avancent, en tourbillonnant, depuis le bord jusqu'au milieu du courant du fleuve. Pour l'épurer, on a construit des fontaines en grès, séparées en deux portions par un diaphragme de grès couvert d'une couche de sable de rivière, à travers lequel l'eau filtre et se dépouille en passant de tous ses matériaux albumineux ; ce moyen est conforme aux principes; mais il exige des soins

de propreté qui imposent une servitude journalière, et exigent une perte de temps, laquelle perte, pour le travailleur en ménage, porte le prix de l'eau assez haut; le sable a besoin d'être lavé souvent ou remplacé par du nouveau sable. On a construit des fontaines à filtrer en pierre calcaire poreuse; je ne sache pas de pire système, tant à cause de la crasse qui se dépose et s'incruste dans le calcaire, que de l'impossibilité de nettoyer la caisse où se dépose très-lentement l'eau filtrée; le pauvre ne trouverait aucun avantage à troquer ses fontaines de grès contre ces fontaines de prix. Dans les établissements publics, les réservoirs d'eau potable sont souvent établis et entretenus d'après les principes les plus faux, ou plutôt sans aucun principe; et par les rapports que notre surveillance de citoyen nous a mis à même d'établir avec les membres du comité de salubrité publique séant à la police, nous avons eu plus d'une occasion de nous convaincre que ces messieurs ne s'étaient jamais occupés de la question d'une manière philosophique, pour ne pas dire philanthropique. Un jour, m'étant aperçu que tous mes compagnons de captivité se trouvaient indisposés, et ne sachant à quoi attribuer la cause de ce fléau intérieur, moi qui mangeais leur pain, mais qui avais toujours eu soin de ne boire ni de leur eau ni de leur détestable vin, je dirigeai mes recherches vers l'examen de l'eau; elle était bourbeuse et repoussante à l'odorat, après avoir séjourné dix à douze heures dans les cruches de la chambrée. J'adressai une plainte à l'administration, qui, ainsi que cela se pratique, dépêcha deux ou trois membres du comité pour faire un rapport sur l'eau. La méthode ordinaire consiste à prendre deux ou trois fioles de l'eau en question et à la soumettre à l'analyse du laboratoire. L'analyse trouva que l'eau ne renfermait aucun principe malfaisant; cela n'était pas surprenant, l'analyse ne tient jamais compte des produits ammoniacaux neutres (3121). Je protestai contre l'analyse, et je demandai qu'au lieu d'analyser une bouteille, on nous permît de visiter les réservoirs; il fut reconnu que les réservoirs plongés dans l'obscurité étaient recouverts d'une couche assez vieille de vase verdâtre; ce fait en disait plus que l'analyse, et tous les effets cessèrent, quand on eut purifié ce foyer d'infection. Le génie des philanthropes chargés de l'inspection des prisons, chercha alors à apporter une amélioration au système; et voici comment il s'y prit; le réservoir était en pierre et à l'air dans une cour exposée au soleil; on y substitua une fontaine monstre en bois, de la forme d'un vaste tonneau vertical, placé dans le coin obscur de l'escalier humide; il ne fallut pas vingt-quatre heures, pour que l'eau contractât dans une pareille citerne l'odeur de moisi; ce tonneau fut mis au chapitre des dépenses inutiles; et la question administrative en était restée là.

Enfin Arago, s'adressant aux électeurs municipaux, qui lui feraient l'honneur de le réélire, leur a promis de faire établir à Paris des appareils épuratoires, fondés sur ce principe, que l'alun précipite les matières animales de l'eau. Ceci est une promesse de circulaire électorale; nous ne la blâmerons pas trop sévèrement. Cependant il serait bon, sur une question aussi délicate, de ne pas induire même l'espérance en erreur. Le principe est faux, quoique fondé sur un fait en partie exact. L'alun précipite en flocons albumineux une certaine quantité d'albumine dissoute; le tanin en ferait autant. Mais l'alun ne précipite pas tout, et l'alun est assez soluble dans l'eau, pour qu'il y en reste une quantité considérable qui n'aura rien à précipiter. Force serait donc de précipiter ensuite l'alun à son tour. Enfin, l'alun ne précipiterait pas les sels ammoniacaux ou autres, l'hydrogène sulfuré, qui peuvent servir de menstrue à toutes les espèces de substances fermentescibles Donc au lieu de purifier l'eau, vous n'auriez fait par là qu'y ajouter une impureté nuisible de plus.

L'administration de l'eau filtrée applique un principe moins équivoque, en filtrant au charbon l'eau de Seine; le charbon étant le corps poreux qui jouit au plus haut degré de la propriété d'absorber les gaz, et même certaines substances organiques. Cependant, ce moyen, qui fournit en petit de l'eau très-potable, est loin de présenter les mêmes avantages, quand on opère en grand. En effet, la masse d'eau filtrée abandonnée à la stagnation, ne tarde pas à devenir le milieu d'une foule de formations nouvelles, qui varient selon que l'eau est plongée dans l'obscurité ou qu'elle est exposée à la lumière. D'un autre côté, l'eau filtrée par ce moyen ne présente rien moins que les conditions de l'eau potable ordinaire; immédiatement après avoir passé au filtre, elle se trouve privée d'air atmosphérique, le charbon ayant entièrement absorbé celui-ci. Elle est crue à l'estomac, et il est bien des gens chez qui elle rend les digestions pénibles. Pour qu'elle reprenne à l'air le gaz qu'elle est en état de saturer, il faudrait non pas seulement qu'on la laissât exposée à l'air sur un fond de gravier, stagnante et en repos, mais qu'on l'agitât violemment avant de la livrer

à la consommation ; ce qu'on ne fait pas ; avec cette seule modification, nous pensons que ce système remplirait toutes les conditions hygiéniques.

4202. Égouts. — C'est sans doute une bonne idée que celle de faire passer sous terre ce qui nuit au-dessus; elle est ancienne comme le monde : mais c'est le contre-sens de cette idée, que de faire échapper les liquides par un orifice, pour en laisser arriver les produits gazeux par un autre, et de construire les égouts de manière que tout ce qui est encore inoffensif trouve un écoulement facile, et que tout ce qui a fermenté revienne à la surface du sol. Nos égouts de Paris ne sont pas construits d'après une idée plus rationnelle. L'eau des ruisseaux s'y engouffre, avec sa vase qui y fermente continuellement sous l'influence délétère de l'obscurité (4197); et l'air qui y pénètre avec violence par les bords de la riviere, en chasse continuellement les miasmes par les bouches qui s'ouvrent dans chaque quartier. On s'apercevra d'autant plus un jour de la gravité de cette faute, que le réseau des égouts occupera une plus grande surface sous le pavé de Paris. Pour parer à ce fléau qui menace la salubrité de la capitale, il faudrait 1° que les égouts se déchargeassent de leurs immondices sous l'eau de la Seine, de manière que l'embouchure de l'égout fût entièrement cachée par la rivière, et que l'eau pénétrât assez avant dans le conduit; 2° que les miasmes gazeux, au lieu de se répandre sur le sol des rues par les orifices de l'égout, fussent entraînés par une cheminée jusqu'au-dessus des toits et jusqu'au contat des rayons lumineux. Ces cheminées pourraient être pratiquées contre les murs des établissements publics les plus élevés.

4203. Nettoyage. — Si l'on pouvait tenir le pavé de Paris constamment sec, on aurait d'un seul coup assaini tous les quartiers de la capitale; il ne suffit pas de le laver souvent ; car, pour éviter les inconvénients de la décomposition humide, il faudrait le tenir constamment sous l'eau. Qui ne sait que quelques heures après la plus forte averse, certaines rues sont aussi boueuses qu'auparavant ? Pour obtenir le pavé des rues constamment sec, il n'y a qu'un moyen, c'est de les élargir, et de paver, sans exception, toute la capitale. L'obscurité des rues condense sans cesse les vapeurs d'eau qui s'élèvent de la Seine; les rues étroites sont le récipient d'un appareil distillatoire, dont l'eau de la Seine serait la cucurbite. Rien de semblable ne se représente dans les rues larges et éclairées. Par suite des mêmes principes, il n'est pas de pire procédé de nettoyer un établissement hospitalier, un hôpital, une caserne, une prison, que de les laver à certains jours et à certaines heures. On ne saurait se faire une idée de l'odeur nauséabonde qui s'exhale du pavé des prisons, après qu'on l'a lavé à grande eau, au balai, et qu'on a épongé, même avec le plus grand soin, les eaux de lavage. En outre, l'humidité dont s'imprègnent, par ce moyen, les meubles, les murs et les vêtements, nous a toujours paru la source de la foule d'incommodités qui affligent ces tristes demeures, où l'on ne meurt jamais, par une excellente raison, qui est qu'on vous porte à l'hospice dès l'instant que vous êtes à l'agonie. Dupuytren eut l'heureuse idée de substituer, dans les hôpitaux, le frottage au lavage; avec un crachoir et des chaussettes aux pieds, il n'est pas de plus heureuse innovation à introduire dans tous les lieux habités par une grande agglomération d'hommes, même dans les prisons ; ou plutôt dans les prisons plutôt que partout ailleurs, vu qu'un prisonnier est plus docile et plus maniable qu'un malade, et que c'est lui qui serait le frotteur. Ajoutez à ce bienfait, de l'air renouvelé continuellement sans courants d'air ; des lambris élevés, une température constante, et du soleil par tous les bouts ; et vous aurez réuni toutes les conditions d'un hospice digne de ce nom. L'hospice construit par les soins d'Orfila, en face de l'école, est un modèle d'imperfections sous ce rapport : il est des saisons où on a posé la question de savoir, si ce n'est pas un crime de *lèse-humanité* que d'en ouvrir les portes aux malades.

4204. Conservation des cadavres et des pièces d'anatomie. — Les anatomistes et les naturalistes se sont mis depuis longues années à la recherche d'un moyen conservateur pour les pièces déposées dans les cabinets publics, et pour les cadavres destinés aux études anatomiques. Mais nul n'a retrouvé encore le secret de Ruisch; et tous les liquides employés jusqu'à ce jour, ne conservent qu'en altérant, plus ou moins, la couleur et la contexture des tissus anatomiques, et quelques-uns en corrodant les instruments de dissection.

1° L'alcool coagule et durcit les tissus albumineux, dissout les substances grasses et sucrées, les matières colorantes, et a besoin d'être renouvelé plusieurs fois. Le prix en est trop élevé pour convenir aux pièces d'un trop grand volume;

mais, à ces choses près, les substances animales s'y conservent parfaitement bien, surtout si l'on y mêle du sel marin.

2° Le sucre est une substance conservatrice; mais elle confit les objets, les déforme, et cristallise dans les tissus. On conserve très-bien les chairs entre deux couches de sel marin, de nitrate de potasse et de sucre : les viandes salées ne se préparent même qu'avec du sel marin cristallisé, avec lequel on les frotte à plusieurs reprises, ou en les plongeant pendant quelque temps dans une saumure concentrée bouillante.

Dans le midi de la France, on prépare les *langues fourrées* de porc, en les tenant plongées quelque temps dans un vase, recouvertes d'une couche de nitre, de sel, de poivre et de girofle. Au sortir de là, elles n'ont rien perdu de leur consistance et de la rougeur de leurs chairs; et elles forment, après la cuisson, un manger fort recherché par les gourmets.

3° John Davy a proposé la dissolution du gaz acide sulfureux dans l'eau; procédé qui, outre la modicité du prix, offre la propriété de conserver indéfiniment les substances, et de rendre transparentes les parties les plus ternes de l'organisation, si la solution est concentrée; mais la forme générale, la texture et la couleur des corps s'altèrent totalement dans ce liquide.

4° Le sublimé corrosif, outre les dangers attachés à son emploi, ne conserve les substances qu'au détriment de leurs formes et de leurs tissus.

5° Les dissolutions très-concentrées de cuivre et de sel de fer, au maximum, sont classées dans les liquides conservateurs; mais ces sels pénètrent difficilement dans les tissus profonds, et ne protégent bien que les surfaces. L'injection des cadavres pourrait cependant en retirer de grands profits.

6° Monge reconnut, au vinaigre de bois empyreumatique, une propriété antiseptique, au plus haut degré. Berrès, à Vienne, en injecta huit livres, par l'artère poplitée, dans les vaisseaux d'un cadavre; au bout de deux jours, on enleva les viscères et la peau; on disposa le cadavre comme pièce anatomique; il fut séché à l'ombre, dans cette situation, pendant quatre-vingts jours, sans qu'il donnât le moindre signe de putréfaction; mais par ce procédé les tissus se colorent en brun et deviennent presque noirs en séchant. Chacun sait comment on cuit les viandes et les saucissons à la fumée de l'âtre.

7° L'alun, ou tout autre sel d'alumine, a été préconisé, en 1827, par F. *Luedersdorff*, mélangé aux huiles grasses et à la crème de tartre, pour la conservation des plantes et des champignons spécialement; mais, avant lui, on avait employé l'alun, joint au nitre, à la conservation des pièces d'anatomie. Lereboullet, conservateur du musée d'histoire naturelle de Strasbourg, conserve, depuis 1832, les pièces d'anatomie dans un liquide renfermant quatre de chlorure de calcium, deux d'alun (sulfate d'alumine et de potasse), un de nitrate de potasse, et seize d'eau. Vinet, garde du musée de la même ville, s'était servi du même liquide pour le tannage des peaux destinées à être empilées, et surtout pour la conservation des cerveaux. L'Institut qui, en 1837, a accordé à Gannal une somme de 8,000 fr., pour avoir injecté les cadavres avec l'acétate d'alumine, sel qui ne vaut pas l'alun, et coûte plus cher, a fait, sans aucun doute, un emploi philanthropique des fonds Monthyon; mais il a commis une grave injustice par pensée et par parole, s'il a cru couronner une découverte nouvelle, et une découverte qui remplisse les indications du programme. Les anatomistes n'ont pas tardé à reconnaître de nouveau les inconvénients déjà constatés de ce liquide conservateur; ils ont vu qu'en cristallisant dans les vaisseaux, il ébréchait les instruments de dissection, et nuisait à la forme des organes; qu'il colorait en rouge les tissus les plus blancs, ce qui est une propriété spéciale de l'alunage, menstrue si puissant de toute espèce de coloration. Enfin l'injection par ce sel ne suffit pas pour prévenir, en été, la putréfaction; et, en hiver, sans autre préparation, la putréfaction est par elle-même très-lente.

8° Nous avons fait connaître, en 1829 (*), un moyen singulier de conserver les cadavres, qui nous fut communiqué alors par Vignal, et dont nous avons constaté par nous-même la propriété remarquable. Les anatomistes ne paraissent pas avoir eu connaissance de cet article. Soit un vase à grande ouverture, et capable de contenir le corps plongé dans l'eau, de manière qu'aucune partie ne dépasse le niveau; si on dépose à la surface un certain nombre de grumeaux de camphre, le corps se conservera indéfiniment, tant que le camphre nagera à la surface. Nous avons vu un fœtus humain, un poulet, et autres corps de ce volume, conservés, sans la moindre altération essentielle, depuis plus d'un an dans ce liquide. Il faut que le vase reste ouvert dans un local éclairé.

(*) *Annales des sciences d'observation*, tom. II, pag. 279.

9° Il nous semble que les dissections retireraient un grand profit des procédés du tannage des cuirs, modifiés d'une manière intelligente (4028). Videz les intestins du cadavre, et lavez-les à la seringue, avec une bonne eau de chaux; injectez les veines et les artères avec une eau pareille, mais très-étendue; et plongez-y entièrement le corps pendant une à deux heures; si ensuite vous injectez, dans les intestins et dans le système circulatoire, une dissolution concentrée d'écorce de chêne, et que vous plongiez le corps dans un tonneau rempli d'eau et de poussière d'écorce; vous l'aurez, je pense, rendu imputrescible, en raison du temps que vous l'aurez laissé dans ce *routoir;* et un séjour de deux à trois jours donnera au cadavre la propriété de se conserver, pour les besoins de la plus longue des dissections anatomiques.

4205. EMBAUMEMENT DES CADAVRES. — S'il est une manière hideuse de rendre un culte à la mémoire des morts, c'est certainement celle des embaumements; et je n'ai jamais trop bien pu m'expliquer les motifs qui ont porté l'orgueil des grands à vouloir conserver les restes de leurs proches, sous les traits ainsi défigurés par le scalpel et par les condiments. Il est vrai qu'après les avoir ainsi empaquetés, ils ont soin d'emprisonner à toujours, et pour ne plus les revoir, ces objets de leur culte; ils en auraient horreur s'ils étaient condamnés à les avoir sous les yeux. Je conçois les Romains et les Grecs qui les réduisaient en cendres; je conçois les sauvages de la Nouvelle-Zélande, dont l'ignorance, plus habile que notre science chimique, sait conserver, à la tête de leurs chefs, la couleur, la consistance des chairs, et l'expression même du visage, et qui embaument la physionomie comme la sculpture la reproduirait. Mais je ne conçois ni les Égyptiens ni nos Pharaons modernes; et je préfère bien mieux l'ouvrage des vers et du temps qui respectent le squelette et le dépouillent de ses chairs, à l'art des embaumements, qui salit également et les chairs et le squelette. Riches, consacrez donc cet argent à soulager quelques misères, et vous aurez par là rendu la terre plus légère à celui qui doit rentrer nu dans le sein d'où il est sorti nu! Il est une justice à accorder aux pharmaciens de l'ancienne école; ils ne proposaient leurs secrets qu'aux riches. Les savants de la nouvelle école ont étendu ce bienfait; et nous avons lu dans un journal populaire de cette année, que le pauvre enfin allait à son tour jouir du bienfait des embaumements, dont les nouveaux procédés ont fait descendre le prix jusqu'à la portée des bourses les plus modestes. La presse actuelle nous a donné plus d'un échantillon de ce genre, mais il faut avouer que celui-ci les dépasse tous; vous imaginez-vous l'avantage qu'il y aurait pour le pauvre, lui paria, sans domicile, obligé de déménager tous les trois mois, portant tout avec lui, et tout sur sa personne, jeté à la rue, avec ses meubles, le 8 du mois, à midi, quel avantage il trouverait, dis-je, à donner aux restes de ses proches, la même voiture qu'à ses meubles les plus grossiers! Allons donc! Le peuple a une autre religion que celle de vos pompes funèbres; il a la religion des souvenirs, et c'est celle qui console; et après avoir rendu à la terre tout ce que les siens avaient de terrestre, il conserve d'eux ce qui leur était venu d'ailleurs, leur âme qu'il transmettra à d'autres.

4206. Les sauvages de la Nouvelle-Zélande dessèchent les têtes en les vidant de la cervelle, les imprégnant de sel marin, les exposant à la fumée, au-dessus d'un fourneau, jusqu'à dessiccation complète, et en ayant soin de corroyer sans cesse les chairs avec une tige lisse de bois. Les Égyptiens embaumaient leurs corps, en les laissant quelques mois plongés dans un liquide, qu'Hérodote désigne sous les noms de *nitrum* et de *natrum*. On avait cru que ces mots correspondaient au nitrate, au carbonate de potasse. Les chimistes ont abandonné cette opinion en cherchant en vain ces sels dans les momies. Ne serait-ce pas une dissolution astringente et de tanin (4028)? Un passage de Pline porterait à croire que le principe des embaumements était fondé sur la propritété antiseptique de l'acide pyroligneux. *Lignum ejus*, dit-il (lib. XVI, cap. XI) en parlant du pin, *furnis undique igne extra circumdato, fervet; primus sudor, aquæ modo, fluit canali; hoc in Syriâ cedrium vocatur, cui tanta vis, ut in Ægypto corpora hominum defunctorum eo perfusa serventur.*

4207. Ce procédé d'embaumement, en effet, serait le plus expéditif et les corps s'y déformeraient moins. La dessiccation pourrait se faire ensuite, soit par le vide obtenu au moyen du système des pompes à air, soit à la fumée des bois odorants, comme chez les Zélandais. Mais, croyez-nous, brûlez ou inhumez les morts, et abandonnez enfin ce culte d'une puérile vénération, qui, d'après vos manières de voir, ne saurait commencer que par la profanation la plus dégoûtante.

4208. MÉDECINE LÉGALE. — On a cherché à

établir des règles pour reconnaître à la couleur du cadavre et à la marche de sa décomposition, l'époque de son inhumation. C'est une prétention du genre de celles dont nous avons fait en plus d'une occasion justice, dans le cours de cet ouvrage. Ce sont là des circonstances qui varient à l'infini, selon le terrain dans lequel le mort a été enterré, les infiltrations accidentelles, la quantité d'air qui aura pu parvenir au corps, la saison du décès, la profondeur de la fosse, la situation du lieu, etc.; et les figures en couleur qu'Orfila a eu la malheureuse idée de joindre à la dernière édition de son ouvrage, seraient dans le cas d'induire les experts dans les erreurs les plus graves, si l'on pouvait y distinguer autre chose, qu'un amas informe d'aplats de couleurs superposés au hasard.

### § IV. *Combustion violente ou décomposition ignée.*

4209. L'analogie de la combustion par le feu, avec les diverses fermentations dont nous venons de parler, est plus positive qu'on ne saurait se l'imaginer d'abord; ce n'est pas ici le lieu de traiter la question sous ce point de vue; nous n'avons qu'à tracer la marche, et qu'à décrire les produits de cette opération.

4210. Dès que les tissus végétaux et animaux, ainsi que les substances organisatrices, organisantes ou organiques, se trouvent en contact avec l'air extérieur, à une température voisine de celle de la flamme, leurs molécules tendent à se désagréger, à se volatiliser soit isolément, soit par suite de leurs combinaisons avec l'oxygène de l'air, soit par suite de leurs combinaisons réciproques. Cette opération se nomme combustion. Les produits que l'on recueille alors dans le récipient sont aussi variés que peuvent l'être, et la nature des tissus, et l'essence des arbres, et l'espèce animale, et la durée de la combustion, et la quantité d'air atmosphérique qui traverse, dans un moment donné, la substance combustible. En général, les tissus d'origine animale répandent une fumée riche en substances ammoniacales; chez les tissus d'origine végétale la fumée est plus empyreumatique; mais la distinction n'est pas si rigoureuse, qu'elle puisse s'établir sur des règles faciles à reconnaître. Toute substance soumise au feu commence par bouillir avec une espèce d'effervescence, puis par fondre, pour ainsi dire, dans son eau de cristallisation; elle noircit; des gaz, des vapeurs s'en dégagent, soulevant avec elles, comme la vapeur soulève la soupape et le piston, les molécules solides, salines, ou cristallisées, qui sont dans le cas de s'opposer à leur passage; et si l'air atmosphérique cesse d'arriver à la substance, ou si sa température baisse assez pour rendre toute combinaison ultérieure impossible, il reste dans la cornue un charbon d'autant plus volumineux, que le tissu était moins rigide, moins ligneux ou moins osseux, et plus glutineux ou plus albumineux. Si la chaleur se maintient au degré convenable et que le courant d'air atmosphérique continue à circuler à travers le tissu, tout le résidu charbonneux se volatilisera en s'oxydant, et, pour dernier résidu, on aura un mélange terreux de sels de diverse nature; à la carbonisation aura succédé l'incinération.

4211. Ainsi, les produits volatils et incinérés sont d'autant plus abondants, et d'autant plus complétement isolés, que l'oxygène arrive avec plus de constance, sous un plus grand volume, et par un degré de température plus élevé. Le volume du charbon sera d'autant plus grand que la chaleur sera plus élevée, et que l'air atmosphérique sera plus intercepté. De là vient que certaines substances organisées, déposées dans le sein de la terre humide, s'échauffent en fermentant, et sont trouvées entièrement carbonisées, comme si elles avaient passé au feu, lorsqu'une fouille les met à découvert. L'origine de la houille et du charbon de terre n'est pas différente; ce sont des forêts qui, ayant été enfouies par l'inondation diluvienne sous des monceaux immenses de sable, se sont carbonisées, fondues, liquéfiées, dans leurs produits empyreumatiques, sous l'influence d'une souterraine fermentation; la houille est donc la réunion condensée de tous les produits solides, charbonnés, oléagino-résineux et empyreumatiques, qui, faute de pouvoir se dégager dans les airs et s'isoler les uns des autres, se sont dissous mutuellement, et sont devenus compactes sous la pression des couches superposées.

4212. Le charbon est presque toujours, dans la cucurbite, un composé très-compliqué de carbone et de sels terreux; la fumée de certaines substances oléagineuses se dépose sur les parois des tubes ou des tuyaux de cheminée, à l'état presque d'une parfaite pureté. Le diamant, comme on sait, n'est que le carbone cristallisé et diaphane. Il s'oxyde en brûlant dans le gaz oxygène, exactement comme le fait le charbon le plus vulgaire. Georges (417) a fixé l'attention des savants sur un fait d'un grand intérêt; c'est que le diamant se désagrége en molécules noires et charbonneuses,

quand on l'use avec un autre diamant au tour ordinaire; en effet, l'on voit tomber une poussière fine noire, que Saigey (*) a reconnue être composée de carbone pur, en le brûlant au chalumeau entre deux petites coupelles (360). Ce fait, en apparence inexplicable, est pourtant susceptible de la moins équivoque explication.

4213. Quelque compliqués et nombreux que semblent être les produits de la fermentation ignée, cependant il nous sera facile de montrer, qu'on peut les réduire au petit nombre de ceux que nous avons constatés dans la fermentation alcoolique et ammoniacale. En effet, l'oxygène de l'air atmosphérique, venant à se combiner avec le carbone, produit de l'oxyde et de l'acide carbonique; avec l'hydrogène du tissu, de l'eau; avec l'azote, de l'acide nitrique. L'hydrogène du tissu éliminé produit de l'ammoniaque, avec l'azote de l'air atmosphérique, et augmente ainsi la somme des produits ammoniacaux renfermés dans le tissu combustible. L'hydrogène, avec le carbone, s'échappe en gaz oléfiant ou carbure d'hydrogène en diverses proportions; l'hydrogène restant s'échappe libre; mais tous ces produits, se rencontrant à leur tour, se mélangent à leur tour. Hydrogène carboné et eau = esprit pyroligneux (4161); hydrogène carboné et acide carbonique = acide acétique (3985). Acide carbonique, oxyde de carbone et eau = acide oxalique. Hydrogène carboné et ammoniaque = huile empyreumatique plus ou moins fétide, selon les proportions. Huile et eau = huile moins volatile et figée à la température ordinaire. Huile et charbon fuligineux = huile noire. Enfin il n'est pas un produit de la combustion, qui ne puisse être considéré comme un mélange, en diverses proportions, de ces éléments en petit nombre. Énumérons ceux de ces mélanges qui sont le plus souvent employés, et les plus faciles à remarquer.

4214. Fumée, noir de fumée et suie. — La suie est au noir de fumée, ce que le charbon est au carbone. La suie est le dépôt de la fumée des substances riches en sels de toute sorte; le noir de fumée est le dépôt de la fumée provenant de la combustion des bois essentiellement résineux ou oléagineux, du bois de pin. On recueille le noir de fumée dans des cheminées horizontales, recouvertes à leur orifice supérieur par une toile de laine peu serrée. La suie est une incrustation de tous les sels de la substance combustible: huile, résines, silice, sulfate de chaux et de potasse; carbonates de chaux, de potasse et de magnésie; phosphates de chaux, de potasse et de fer; oxydes de fer et autres; carbone; sels ammoniacaux.

(*) Voyez le *Bulletin scientifique et industriel du* Réformateur, n° 171, 29 mars 1835.

4215. Vinaigre de bois. — Acide acétique étendu d'eau, et tenant en dissolution plusieurs sels, les huiles, les résines, etc. On en sépare l'*esprit pyroligneux* par la distillation (4161), l'esprit pyroligneux étant volatil plus que l'acide acétique; puis, par une distillation subséquente, à l'acide sulfurique, on peut obtenir l'acide acétique à un grand état de pureté, après avoir traité préalablement le mélange par la chaux.

4216. Goudron. — Mélange d'huile, de résine, de carbone et de sels, qui coule pendant la combustion des bois résineux. On le recueille en creusant, dans la terre, un fourneau en cône renversé, aboutissant à une gouttière horizontale; on remplit le cône de bois résineux; on le ferme avec du gazon, après avoir mis le feu à la masse. Le bois se charbonne, le goudron s'en écoule, et vient se réunir dans la gouttière en une masse noire qui conserve sa consistance visqueuse assez longtemps.

4217. Poix. — C'est le résidu solide et résineux de la distillation du goudron avec l'eau; il passe dans le récipient une huile aqueuse à laquelle on a donné le nom d'*huile de goudron;* la poix est le mélange résineux dépouillé de l'huile essentielle fluide.

4218. Charbon de bois. — Autour d'une bûche verticale, qui sert de pivot central à la construction, on dispose, sur un plan de terre incliné, les bûches de bois, comme tout autant de rayons, de manière à donner à la pile la forme d'un cône très-évasé. On recouvre la masse de terre et de gazon; on met le feu au bois par une ouverture latérale dirigée du côté du vent; on enlève le pivot dont la lacune forme le tuyau de cheminée du brasier; quand le feu a pris, on recouvre le trou de terre et de gazon; et en ayant soin de ne laisser pénétrer de l'air que tout juste ce qu'il en faut pour activer la combustion, on finit par convertir en charbon tous les fragments de bois; on rompt alors le brasier pour que le charbon allumé s'éteigne. On obtient proportionnellement d'autant plus de charbon en poids et en volume, que la combustion a été mieux surveillée et dirigée.

4219. Charbon ou noir animal. — Cette sub-

stance, possédant à un haut degré la propriété désinfectante et décolorante, qui est inhérente à la structure du charbon en général, est devenue un produit commercial d'une grande importance dans les fabrications saccharines. On obtient le noir animal, en calcinant, en vases clos, les os, les vieux chiffons de laine, les cornes et les sabots, les tendons enfin provenant des abattoirs et des chantiers d'écorchage. Les produits gazeux se rendent, au moyen d'un tube, dans un tonneau plein d'eau, aciduléе avec l'acide sulfurique et hydrochlorique; ou viennent se brûler, en traversant de nouveau le brasier, avant de se rendre au dehors. Le charbon animal qui a été consacré à décolorer les sirops peut servir d'engrais; mais on le revivifie par une nouvelle combustion, après lui avoir fait subir quelques préparations que chaque fabricant tient secrètes. Nous proposerions, nous, de tenir le charbon plongé quelque temps dans une eau acide, dans les *eaux sûres* des amidonniers, avant de brûler de nouveau la masse charbonneuse. On pourrait peut-être aussi essayer de laver ou de laisser séjourner, plus ou moins longtemps, le charbon en question dans une dissolution d'ammoniaque.

4220. Éclairage au gaz. — Soit une espèce de cucurbite ou de cylindre en fonte, rempli de morceaux de briques concassées; si on élève la température au rouge, et qu'on fasse arriver, sur les briques, un filet d'une huile quelconque, l'huile se décompose en gaz, susceptibles de fournir une flamme des plus vives, lorsqu'après les avoir fait passer à travers un réservoir épurateur, on les laisse échapper dans l'air par un bec à orifice étroit. Si, en effet, on approche la flamme du jet gazeux, le jet prend feu avec explosion, et la flamme se maintient au bout du bec, tant que la source de la distillation gazeuse n'est pas tarie. La houille, distillée de la même manière, fournit un gaz analogue, mais moins abondant, et qui éclaire deux fois à deux fois et demie moins; car la houille en est à sa seconde combustion, et sa compacité s'oppose à ce que la distillation s'opère dans les conditions où les briques poreuses placent les huiles. On ne se sert que d'huile de mauvaise qualité, et, en Suède, de goudron et de poix. L'eau du vase épuratoire, que traverse le gaz, doit renfermer de la chaux vive pour saturer les acides, et savonner les huiles empyreumatiques au passage.

Le *coak* ou *cook* est le résidu de la distillation de certaines houilles.

Les produits gazeux, susceptibles de brûler avec flamme, sont composés d'hydrogène, d'hydrogène bicarboné, d'oxyde de carbone, d'une huile empyreumatique fétide, d'un peu d'hydrogène sulfuré, de gaz acide carbonique et d'azote.

4221. Succin. — Mélange fossile de résine, d'huile essentielle et d'acide (4036), provenant de la fermentation diluvienne des forêts enfouies. C'est une substance diaphane, tantôt incolore, tantôt d'un jaune clair, tantôt d'un brun foncé; plus dure que les résines ordinaires; d'une densité de 1,065 à 1,070; exhalant, sous la pression, une huile volatile ayant l'odeur du poivre; entrant en fusion à 287°.

4222. Bitume, asphalte. — Substance fossile noire, ressemblant à la houille, offrant la cassure de la poix, ayant la même origine, mais une composition différente à la distillation; outre les produits ci-dessus, elle exhale des vapeurs ammoniacales. La *mer Morte*, dans l'ancienne Judée, en rejette continuellement des fragments sur ses bords.

4223. Huile de naphte et huile de pétrole. — Substances fossiles et de consistance oléagineuse, de même origine que les deux précédentes. L'huile de naphte est incolore ou légèrement jaunâtre, d'une densité de 0,753, laissant peu de résidu à la distillation. L'espèce la plus pure se trouve en Perse, dans une marne argileuse, qui en est tellement imbibée, qu'on n'a qu'à y pratiquer un trou, pour le voir rempli de naphte liquide. L'huile de pétrole est d'un brun jaunâtre, d'une densité de 0,836 à 0,878, laissant un résidu noir et volumineux à la distillation. La plus grande partie de l'huile de pétrole du commerce nous vient d'Amiano, du mont Zibio, près de Modène, et du mont Esciaro, près de Plaisance, d'où elle sort avec l'eau du sein de la terre.

4224. Goudron minéral, malte ou pétrole tenace. — On en trouve en Perse, en France, près de Clermont, dans les Vosges; il remplace le goudron végétal dans plusieurs applications. On en retire une poix qui ressemble exactement à la poix ordinaire.

4225. Caoutchouc fossile (3950), bitume élastique, poix minérale élastique. — Substance très-rare, qui n'a été trouvée qu'en Derbyshire; en France, près de Montrelais; et dans le Massachussets.

4226. Nous ne chercherons pas à entrer dans des détails spéciaux, au sujet des substances désignées sous les noms de *naphtaline* ( substance sublimée pendant la distillation à sec du goudron ); de *pyrétine acide* ou *pyrétine neutre* ( mélanges neutres ou acides d'huiles essentielles ou de résines distillées); de *paraffine* (couche résineuse solide qui occupe le fond du récipient dans la distillation du bois de hêtre) ; d'*eupione* (couche oléagineuse qui surmonte la *paraffine* ). Il faudrait nous jeter dans tout un volume de discussions, pour prouver que le nombre de ces substances est trop grand ou ne l'est pas assez (3908).

4227. Encre indélébile, encre de Chine. — Le commerce, effrayé du talent d'imitation, dont les faussaires nous ont donné de si fréquents exemples, avait demandé au gouvernement de diriger l'attention des savants vers la recherche d'une encre indélébile. L'Académie des sciences fut mise en demeure, non-seulement par une lettre ministérielle, mais encore par les nombreux mémoires qui pleuvaient sur le bureau du président, à chaque séance. L'Académie médita pendant près de deux ans, s'il faut en juger par son silence, sur les moyens de résoudre le problème ; aucun des moyens proposés par les concurrents ne fut trouvé, par elle, de bonne et valable qualité. Enfin, le 13 février 1837, elle lut, par l'organe de Dumas, un rapport fort long, dans lequel, après avoir signalé les inconvénients des encres indélébiles, du papier Mozart, du papier de sûreté; après avoir proposé le moyen des filigranes pour dessiner, d'une manière inimitable, la pâte du papier des effets de commerce; elle proposa à son tour une encre indélébile, dont pourtant elle avoua ingénument qu'aucun homme de loi n'avait voulu se servir. « Le charbon, disait-elle, est la seule substance dont aucun réactif ne puisse faire disparaitre ou altérer la couleur noire. L'encre de Chine se compose de charbon très-divisé, de noir de fumée ; mais l'écriture à l'encre de Chine s'arrête à la superficie du papier, et il serait très-facile de l'enlever avec un peu d'eau, en le frottant à la gomme élastique. Il n'en serait plus de même, si on pouvait trouver un moyen de la faire pénétrer dans la pâte du papier même. » Ce moyen, elle crut l'avoir trouvé dans la dissolution de l'encre de Chine dans une eau acidulée avec l'acide hydrochlorique, marquant 1° 1/2 à l'aréomètre Beaumé, pour les plumes ordinaires; et dans une eau alcalisée par la soude caustique, marquant 1° à l'aréomètre pour les plumes métalliques.

Ce procédé est un corollaire évident de celui du blanchissage des statues de marbre, à l'acide hydrochlorique ! Et nous concevons nous, combien les hommes de loi ont dû rire des hommes de science, en apprenant que leur science n'allait pas plus loin. Il ne manquait, en effet, qu'une chose au rapport, c'était d'avoir prévu les conséquences du procédé.

1° Le procédé par l'acide hydrochlorique aurait rendu le papier toujours moite et déliquescent; l'acte, griffonné de cette encre, n'aurait pas tardé à pourrir et à tomber en lambeaux dans les cartons des études : c'est ce que tous les marchands et fabricants de papier ont su très-bien apprécier dans l'emploi du chlore pour le blanchiment. Le papier le plus blanc n'aurait pas manqué de jaunir ; l'amidon s'en serait saccharifié, et le papier eût cessé d'être collé en quelques années. Enfin, il eût fallu inventer, en même temps, des poches d'habit inattaquables aux acides; car il n'est pas d'habit d'homme de loi qui n'eût porté, en peu de jours, une grande et belle tache décolorée sur la partie gauche de la poitrine.

2° La soude caustique aurait fini par jaunir et charbonner le papier, dans l'humidité des cartons des études ; elle aurait enlevé aux plumes métalliques l'enduit résineux qui les préserve de l'oxydation, et qui fait couler l'encre sans entrave.

Le commerce et la procédure ont prévu ces résultats, et ils ont eu garde de faire l'essai du procédé; les journaux trouvèrent le rapport admirable; mais heureusement, ce jour de jubilation académique n'eut pour personne de lendemain : il fut oublié ; et si nous le rappelons, c'est pour l'exemple, et pour en prévenir le retour.

---

## DEUXIÈME CLASSE (864).

### BASES INORGANIQUES DES TISSUS.

4228. Nous venons de parcourir tous les modes d'association par lesquels passe la molécule organique, pour arriver à être apte à former la charpente du tissu et devenir substance organisée: carbone et hydrogène ; puis carbone, hydrogène et oxygène dans une progression constante, capable d'élever l'hydrogène à la forme d'eau ; dès ce moment la substance est organisatrice. Mais, pour devenir organisée, il faut nécessairement qu'elle se combine avec une base soit terreuse, soit am-

moniacale; cette combinaison, une fois opérée, prend la forme vésiculaire; elle revêt la propriété d'aspirer et les gaz organisateurs, pour les condenser en liquides, et les bases terreuses pour organiser ces liquides à leur tour; d'engendrer comme elle a été engendrée, c'est-à-dire de continuer le développement indéfini, d'où résulte la vie. La progression que nous avons observée, dans la formation de la molécule organique, s'observe avec un égal succès dans la combinaison des sels organisateurs : d'abord dissous dans le liquide, puis incrustés sur les surfaces, puis combinés si intimement avec elles, qu'il faut décomposer celles-ci pour mettre en liberté ceux-là, ou saturer ces sels avec un acide, pour éliminer la substance organique, avec les caractères de gomme ou d'albumine, dont elle s'était dépouillée en s'organisant. De là, trois divisions principales de cette seconde section : *éléments inorganiques incrustés, combinés ou dissous.*

## PREMIÈRE DIVISION.

### BASES INCRUSTÉES.

4229. La cellule végétale, ainsi que la cellule animale, est une espèce de laboratoire de tissus cellulaires, qui s'organisent et se développent dans son sein (1119, 1481). Ses parois imperforées, à en juger par nos instruments grossissants les plus forts, ont la propriété de puiser, par aspiration, dans les liquides ambiants, les éléments nécessaires à cette élaboration (3283). Elles ont donc la propriété de faire comme un triage, d'admettre certains matériaux, et d'arrêter au passage certains autres, et par conséquent de séparer les éléments de certaines combinaisons, pour n'en adopter qu'une partie.

4230. Or, quand cette élimination a lieu à l'égard des sels, il peut arriver que la partie éliminée soit, ou une base insoluble, ou un sel qui ne devait sa solubilité qu'à la présence du menstrue, que les parois de la cellule ont décomposé à leur profit; alors cette base et ce sel resteront incrustés sur la surface de la cellule. Nous avons vu déjà un exemple de ce phénomène sur la surface des tubes internes de *chara* (3291); nous avons fait remarquer que ce carbonate de chaux, tenu en suspension par l'eau, à la faveur d'une certaine quantité d'acide carbonique que les *chara* s'assimilent, vient cristalliser, sur la surface aspirante, avec des formes bien reconnaissables, quand les cristaux sont isolés (3290). Nous avons dit en même temps que les conferves présentaient le même phénomène (3324).

4231. Les os, dont nous avons déjà étudié le développement (1772), ne se forment pas autrement. Les valves des coquilles (1807), les rameaux arrondis des oculines, les larges expansions des madrépores, s'accroissent, ainsi que les os, par des incrustations de carbonate de chaux, qui se déposent sur les parois internes des vaisseaux plus ou moins serrés de leurs membranes. Toutes ces substances sont redevables de leur solidité à l'abondance de ce sel terreux, et elles doivent leur poli nacré à la membrane qui recouvre le carbonate. Nous imitons cet ingénieux procédé de la nature, dans la fabrication du *stuc*, qui n'est qu'un mélange desséché de matière animale (*gélatine* ou *amidon*) et de gypse. La nacre artificielle enfin n'est autre que ce secret surpris par l'art à la nature.

4232. Je vais joindre à ces exemples quelques cas assez curieux d'incrustations organiques.

### § I. *Incrustation de silice cristallisée* (*).

4233. Lorsqu'on observe, à un faible grossissement, un fragment de la spongille des étangs (**), on remarque que son tissu se compose de cellules hexagonales, dans les interstices desquelles se feutrent des poils grêles, longs et hyalins (pl. 17, fig. 1), qui en font paraître les bords ciliés à l'œil nu.

4234. Isolés de la substance organique, et observés dans l'eau, ils apparaissent comme des poils de graminacées, de $\frac{1}{3}$ de millim. en longueur sur $\frac{1}{50}$ en épaisseur (502), et leurs extrémités sont obtuses (fig. 3). Mais à sec ou en ayant soin de diminuer l'intensité de la lumière (734), ils présentent, dans le sens de leur longueur, trois lignes parallèles, dont la médiane blanche et les deux latérales noires, et se terminent en une pointe longue et acérée (fig. 2) : en les faisant rouler dans le liquide, par l'agitation qu'on imprime mécaniquement, ou à l'aide de l'alcool, on s'assure qu'ils présentent toujours à la fois ces trois lignes

(*) *Memoire sur les spongilles*, tom. IV des Mém. de la Soc. d'hist. nat. de Paris, 1828.

(**) On trouve en abondance ce polypier dans l'étang de Plessis-Piquet, près de Paris.

parallèles, d'où l'on conclut que ce sont des prismes à six pans.

4235. En effet, soit l'hexagone (fig. 6) *a b c d e e*, qui représente une coupe du cristal perpendiculaire à ses pans. Que l'on suppose le pan *c d* appliqué contre le porte-objet du microscope. Il est évident que la lumière réfléchie sur le porte-objet par le miroir, traversera, sans être déviée, le parallélogramme *a b c d*, et parviendra tout entière à l'objectif; quant aux rayons lumineux qui tomberont sur les pans obliques *e c* et *c d*, ils éprouveront une réfraction par l'effet des deux prismes latéraux *a e c* et *b e d*, et seront par conséquent rejetés à droite et à gauche du foyer du microscope. L'œil placé au microscope devra donc avoir trois lignes parallèles dont la médiane *a b* éclairée, et les deux autres obscures et égales à *e f* qui est la moitié du rayon *e g*. Cependant, par un effet de la diffraction des rayons lumineux, la ligne éclairée n'est jamais aussi large que l'indique la démonstration. Mais comme ses rapports avec les deux lignes noires restent toujours les mêmes, cette observation ne détruit en rien le résultat du raisonnement.

4236. Quoiqu'en général ces cristaux soient droits et allongés, on en trouve cependant un certain nombre qui se sont, pour ainsi dire, moulés sur la convexité des cellules, et qui sont restés courbes (fig. 4).

Telles en sont les formes; étudions-en maintenant la nature.

4237. En observant à la loupe un morceau de spongille brûlé à la flamme du chalumeau, on dirait que son tissu n'a pas changé de forme; mais, à un grossissement plus fort, on reconnaît que toute la matière organique a été incinérée, et que l'illusion provient du feutre épais que forment entre eux les petits cristaux que nous venons d'examiner. Le feu ne les a nullement altérés.

4238. L'acide nitrique bouillant dévore la matière organique, mais n'attaque en aucune manière les cristaux.

4239. Lorsqu'on les a ainsi isolés, la potasse caustique les fait entièrement disparaître par la chaleur; la masse se dissout dans l'eau, et l'acide sulfurique en précipite des flocons gélatineux, qui se comportent après le lavage comme la silice.

4240. Ces cristaux sont donc de longs prismes de silice; mais pourtant leurs pyramides aiguës présentent en cela une grande différence avec les cristaux ordinaires de quartz. Leur pyramide paraît d'autant plus aiguë qu'on observe avec une attention moins soutenue; car, en la fixant plus spécialement, on est tenté de penser qu'elle est formée par deux décroissements successifs (pl. 17, fig. 5); si ce caractère est réel, comme je le crois, cette forme cristalline de la silice pourrait prendre la dénomination de *quartz hyperoxyde* (*).

4241. On retrouve ces mêmes cristaux dans les éponges et dans la pulpe médullaire, si je puis m'exprimer ainsi, des polypiers connus sous le nom d'*Oculines* (4231).

4242. Telle était, il y a encore peu de temps, la manière dont on interprétait les effets de lumière au miscrocope, qu'un auteur a pris la ligne médiane blanche du cristal, pour l'indice d'un canal intérieur. Si ces corps étaient canaliculés, il est évident que, placés dans l'eau après avoir été rompus à l'air, leur ligne médiane serait noire au lieu d'être blanche, à cause de la différence du pouvoir réfringent de sa capacité (734). Or, une simple coupe un peu oblique du cristal suffit pour détruire cette illusion, en présentant une base obscure et homogène (pl. 9, fig. 8, *g'*).

4243. Mais l'influence des illusions est une hydre qui renaît sous une forme nouvelle, immédiatement après qu'on a fait tomber l'ancienne. Cette réflexion s'applique à la *biforine* de Turpin, micrographe académique, qui ne manque jamais ces occasions de malheur pour la nomenclature. D'après Turpin, les végétaux du genre *Caladium* posséderaient une nouvelle espèce de cellule élémentaire, qui jouirait de la singulière propriété de pondre par les deux bouts, lorsqu'on la place isolée sur l'eau du porte-objet, des faisceaux de cristaux de phosphate de chaux, que l'auteur avait pris si longtemps, avec Decandolle, pour des organes. Ces cellules raphidopares s'obtiendraient de la surface inférieure des *caladium*, lorsqu'on en ratisse l'épiderme avec la lame du scalpel. Les ratissures, placées dans l'eau sur le porte-objet du microscope, offriraient alors çà et là des corps d'une forme analogue à celle que présente la fig. 35, pl. 17, vomissant, par les deux bouts perforés (*cc*), les aiguilles (*b*) qui viendraient s'isoler et s'entre-croiser à la surface (*a*).

4244. Avant d'expliquer de la sorte le phéno-

(*) Cette expression cristallographique ne doit pas être traduite d'après la nomenclature chimique; le mot de quartz substitué au mot de silice, l'indique suffisamment. Elle ne saurait donc signifier *silice très-oxygénée*, mais *silice cristallisée en prismes hexagonaux terminés par une pyramide doublement aiguë*.

mène, il fallait faire plus que se contenter de voir ; il fallait surtout s'assurer d'abord du règne auquel appartient la substance observée : c'est ce que nous avons fait. Nous avons pris pour sujet d'étude un *caladium* du Jardin des Plantes. Nous avons retrouvé en effet les cellules en question (fig. 33, pl. 17) ; nous avons vu s'échapper dans l'eau une substance (*a*) hors d'un cylindre opaque (*c*). Mais la substance qui s'échappait ne se composait rien moins que des aiguilles cristallines de phosphate de chaux ; celles-ci proviennent des autres tissus, et se trouvent dans l'eau avant que rien ne s'échappe des prétendues *biforines* ; avec un peu plus d'attention, l'auteur aurait vu que la substance qui s'échappe finit par se confondre avec l'eau, en prenant peu à peu son pouvoir réfringent. Le canal (*c*) est un canal vasculaire coupé par les deux bouts, et qui cède à l'eau sa séve, en devenant perméable à l'eau de part en part. J'ai déposé de ces corps dans l'acide sulfurique, dans l'acide nitrique, dans l'acide hydrochlorique, le canal (*c*) a fini par s'y oblitérer et par s'y dissoudre graduellement, en perdant graduellement son opacité ; et après le plus long séjour, le champ (*b*) du corps est resté inaltérable. J'ai fait bouillir de ces corps dans l'acide nitrique, tout y a disparu, à l'exception de l'écusson (*b*), qui s'est présenté alors sous la forme de la figure (34, pl. 17) ; l'écusson (*b*) est donc une plaque inorganique adhérente au vaisseau (*c*), sur lequel elle s'est incrustée. Lorsqu'on ratisse l'épiderme, cette plaque de *quartz scutellaire*, si je puis m'exprimer ainsi, entraîne avec elle la partie du vaisseau adhérent, vaisseau qui s'ouvre alors par les deux bouts, et est capable de laisser échapper dans l'eau tout ce qu'il renferme ; mais il ne renferme pas la moindre quantité de cristaux aciculaires de phosphate de chaux (*a*, fig. 35, pl. 17), lesquels proviennent du voisinage et d'un autre centre d'incrustation.

## § II. *Incrustation de phosphate de chaux cristallisé* (*).

4245. Si l'on déchire, sur une goutte d'eau placée au porte-objet, un fragment de tige ou feuille de *phytolacca decandra*, la base étiolée de nos *orchis*, *ornithogalum*, *narcissus*, *hyacinthus*, l'anthère des *epilobium*, les jeunes tissus de l'*œnothera biennis*, le calice, les vaisseaux de l'ovaire de la même plante, les anthères de l'*impatiens balsamina*, et d'une foule de monocotylédones à corolles, on voit se répandre dans l'eau une multitude de petites aiguilles libres, mais qui tantôt se réunissent par un bout et divergent par l'autre pour former des étoiles, et tantôt glissent successivement l'une contre l'autre (pl. 17, fig. 14) jusqu'à imiter d'une manière frappante le *vibrio paxillifer* de Muller (**). Or, par des dissections faites avec un certain soin, on trouve que ces aiguilles sont rangées pariétalement, contre la paroi externe des vaisseaux de la plante, qu'elles tapissent avec une grande régularité dans leur disposition.

4246. Il est facile de s'assurer qu'elles ne se trouvent jamais dans l'intérieur d'une cellule ; car elles sont longues d'un dixième de millimètre sur un trois-centième en largeur environ, et le diamètre des cellules de certains de ces végétaux ne dépasse pas un vingtième de millimètre.

(*) Mém. ci-dessus cité, 1828. Et, dans le même volume, *Nouvelles observations sur les cristaux calcaires*. Voyez de plus *Nouveaux coups de fouet scientifiques*, p. 25, 1831. Chez Meilhac.

(**) « Ce *Vibrio* n'est peut-être que le résultat du déchirement de quelque fragment des plantes ci-dessus, ou bien c'est une ulve, dans l'interstice des tubes ou cellules de laquelle la silice se sera cristallisée, comme dans les spongilles ; j'ai déjà vu quelque chose d'analogue dans une substance voisine du *Vibrio paxillifer*, si toutefois elle n'est pas identique. »

Cette note, reproduite de la première édition, a donné l'éveil aux micrographes qui se sont formés à l'étude de la nouvelle méthode. En 1834, Kutzing a annoncé que la carapace qui cache la partie molle des bacillaires est de la silice pure. En 1836, Fischer a découvert, dans les tourbières de Franzesbad en Bohême, un dépôt siliceux de tripoli entièrement formé de carapaces de quelques espèces de *navicules* microscopiques de la *navicula viridis*, qui est très-commune dans les eaux douces des environs de Berlin. Brébisson, la même année, reproduisit, comme ayant été vérifiée par lui, la note précédente, et confirma que le *vibrio paxillifer* est siliceux, ainsi que les diatomées ; et enfin, Humboldt, de Berlin, éveilla l'attention des savants de Paris sur un fait merveilleux, qui est que les Lapons, dans les temps de disette, mangeaient ce qu'on appelle la *farine des montagnes*, tripoli composé d'infusoires fossiles. Sur ce, Biot trouve le même usage cité chez les Chinois. Puis enfin, de simples observateurs, sans aller si loin, font savoir que les peuplades plus voisines de nous, réduites aux dernières extrémités, se lestaient l'estomac avec du bol d'albumine ; et un instant, le feuilleton scientifique de la presse quotidienne fut sur le point de préconiser le tripoli avec ses fossiles microscopiques, comme le succédané de la gélatine, pour l'alimentation du pauvre (3607). Ce vacarme académique, qui dura tout le mois d'août 1836, était pour le moins aussi amusant que celui des étoiles filantes qui s'abattaient tous les huit jours sur le Pont-Royal, et que celui des crapauds qui pleuvaient tous les huit jours à l'Académie.

4247. On constate leurs formes cristallines par le même procédé que ci-dessus (4235), et l'on s'assure de même que ce sont des prismes à six pans, terminés à chaque bout par une pyramide de même base (fig. 7). Mais il faut employer à cet effet un très-fort grossissement (de 500 à 1000 diamètres).

4248. L'alcool, l'éther, l'ammoniaque, l'eau bouillante, le plus long séjour dans l'eau où macère la plante (un an, par exemple), n'attaquent nullement ces aiguilles.

4249. Les acides végétaux ne les attaquent pas. Les acides minéraux les dissolvent sans la moindre trace d'effervescence. L'oxalate d'ammoniaque précipite de la solution de la chaux, quand l'acide qui les dissout n'est pas en excès.

4250. Exposés à la chaleur rouge sur une lame de verre, et observés ensuite au microscope, ces cristaux n'ont pas subi la moindre altération, et l'acide minéral les dissout même alors sans effervescence.

4251. Ces aiguilles ne sont donc ni un carbonate calcaire, ni un oxalate, sel que la chaleur pulvérise et change en carbonate. On pourrait, à leur forme et à leur grosseur, les confondre avec le sulfate de chaux; mais les aiguilles du sulfate de chaux se réduisent en poussière à une faible température, fondent à une température plus élevée, tandis que le phosphate de chaux est infusible au chalumeau, si on le traite seul et sans fondant. On peut faire comparativement l'expérience, en soumettant à la même chaleur deux lames de verre, dont l'une supporte les aiguilles isolées de nos orchis, et l'autre les aiguilles de sulfate de chaux obtenues par l'évaporation d'une solution acide de craie et d'acide sulfurique.

4252. Les aiguilles des végétaux dont nous parlons sont donc des cristaux aciculaires de phosphate de chaux, sel qui, comme on le sait, abonde dans les tissus des plantes (*). Le tissu des feuilles et tiges du *phytolacca decandra* est feutré par ces aiguilles, presque autant que celui des spongilles l'est par les cristaux de quartz.

4253. Nous citerons encore le sulfate de chaux (gypse ou plâtre) que certaines espèces de plantes, les légumineuses, surtout, s'assimilent avec une avidité si remarquable, que leurs tissus glutineux, en s'en incrustant, finissent par devenir imperméables à l'eau. De là vient que leurs semences farineuses refusent de cuire (960) et de se ramollir par l'ébullition, lorsqu'on a *plâtré* la plante, ou qu'on se sert d'une eau séléniteuse pour les faire cuire.

## § III. *Incrustation cristalline d'oxalate de chaux* (**).

4254. Dans les tubercules d'iris de Florence, je découvris des cristaux d'une autre forme, et qu'aucun observateur n'avait jamais rencontrés dans les végétaux. On les aperçoit facilement en obtenant des tranches minces de ces tubercules. La fig. 10, pl. 17, représente une de ces tranches. On y voit les cristaux *a* saillir au dehors d'un tissu cellulaire à mailles carrées oblongues *b*, dont ils occupent les interstices; et ils forment ainsi des rubans diaphanes entre le tissu cellulaire féculent *c*, qui est opaque, à cause des grains de fécule qui l'obstruent (1023).

4255. Ces rubans de cristaux, comme les précédents, tapissent les vaisseaux qui s'anastomosent dans le sein du tubercule.

4256. Lorsqu'on en tire un à l'aide d'une pointe, hors du fourreau dans lequel il est plongé, on le trouve souvent terminé comme le montre la figure 8, ce qui rappelle grossièrement, il est vrai, la figure d'une flèche. Ces cristaux ont $\frac{1}{50}$ de millimètre en largeur, et la plupart d'entre eux atteignent un tiers de millimètre en longueur. Pour

(*) Ces petites aiguilles ont été prises, par Decandolle, pour des organes ou des poils qu'il a nommés *raphides*, à peu près au moment où nous avons publié notre premier travail. Il les avait figurés, avec la forme de la fig. 3, pl. 17, en vertu de l'illusion que nous avons signalée plus haut (4234). Jurine, qui le premier les entrevit, avait commis la même erreur (*Journal de physiq.*, 1802, pag. 187, 188). Le mémoire de Jurine n'est pas le seul qui ait échappé à l'auteur. Kiéser (*Mémoire sur l'organisation des plantes*, 1812, in-4°) a dessiné les aiguilles du phosphate de chaux, au sujet desquelles il s'exprime ainsi : « On trouve, dans le tissu cellulaire de quelques plantes, tantôt dans les cellules grandes et remplies d'air, p. e. dans le *Calla ethiopica* (pl. 5, fig. 22, 9), dans le *Musa sapientum*; tantôt dans les canaux entre-cellulaires, *p. e.*, dans l'*Aloe verrucosa* (pl. 4, fig. 20), des corps très-fins et cristallisés, rangés quelquefois en faisceaux, et toujours de la même grandeur dans les mêmes plantes, qui semblent être un *sel essentiel* de la plante, mais qui, selon les observations de Rudolphi, ne se laissent dissoudre ni dans l'eau ni dans l'esprit-de-vin, seulement dans l'acide nitreux (p. 94). » A l'époque où nous publiâmes l'analyse microscopique de ces corps, on tenta bien de se refuser quelque temps à l'évidence et à l'exactitude des moyens d'investigation de la nouvelle méthode; on professa bien encore quelque temps que ces petits corps étaient des organes en fuseau; mais enfin il fallut se résigner à s'emparer pour son compte de la démonstration, à l'aide d'un rapport académique; c'était ordonné.

(**) Mémoire ci-dessus cité, 1828.

reconnaître leur forme cristalline, soit la fig. 7, pl. 8, on voit que le cristal n'offre ici qu'une large bande blanche terminée par deux facettes obliques, et qui par conséquent sont obscures, vu qu'elles dévient les rayons lumineux à la manière d'un prisme. Mais si, à l'aide d'une pointe ou d'une goutte d'alcool (724), on fait tourner le cristal sur lui-même, on lui voit prendre successivement l'aspect de la fig. 8 et celui de la fig. 7. Or ces circonstances indiquent évidemment que ces cristaux sont des prismes rectangles, terminés par une pyramide à quatre faces qui résultent du décroissement sur les angles. Car lorsque le prisme à quatre pans est appliqué par une de ses faces contre la lame horizontale du porte-objet, il est évident que les rayons lumineux traverseront toute la substance du cristal sans se dévier. Mais lorsque le cristal sera incliné sur un de ses angles, alors toutes les faces étant obliques, par rapport au foyer du microscope, joueront le rôle de prismes, et dévieront les rayons lumineux à droite et à gauche; le prisme rectangle offrira donc trois bandes longitudinales parallèles, dont la médiane blanche et les deux latérales obscures, et enfin il se rapprochera, à la faveur de cette illusion, de la forme des cristaux à six pans dont nous nous sommes occupé plus haut (4235); et cette illusion disparaîtra toutes les fois que le cristal s'appliquera, contre le porte-objet, par une de ses faces.

4257. Si l'on veut maintenant obtenir la mesure de ses angles, on aura recours au goniomètre microscopique décrit au § 716 et suiv. de cet ouvrage; et l'on trouvera que l'angle *abc* (fig. 7, pl. 8) =62, et par conséquent l'angle *bcd*=149 (*). L'inclinaison d'une face sur l'arête est donc environ de 162°. Quand une face envahit toutes les autres, le cristal est alors terminé en bec de hanche, en burin, ainsi que le montre la fig. 11, pl. 17; ce qui provient peut-être du clivage d'un cristal fracturé.

4258. Ces cristaux sont insolubles dans l'alcool, l'éther, l'eau bouillante; et la plus longue macération des tubercules dans l'eau froide ne parvient pas à les attaquer. Les acides végétaux, l'acide oxalique lui-même bouillant ne les attaque pas non plus.

4259. Mais les acides minéraux étendus ou concentrés les dissolvent sans la moindre effervescence, et l'ammoniaque détermine un abondant précipité dans la dissolution.

4260. La potasse caustique, même à l'aide de la chaleur, ne les attaque pas non plus. Elle les isole au contraire très-bien de leurs fourreaux organiques, par la propriété qu'elle a de transformer les tissus en acide oxalique (3996). Aussi, peut-on obtenir, par ce moyen, ces cristaux, à l'état de la plus grande pureté, après quelques lavages.

4261. Si on les soumet au feu sur une lame de verre, et qu'on les examine au microscope après le refroidissement, ils ne semblent avoir changé ni d'aspect ni de forme par réflexion; par réfraction, ils ont un aspect un peu opaque et des taches noirâtres. Mais alors une goutte d'acide végétal ou minéral étendu suffit pour les dissoudre, avec une effervescence qui fait voltiger le cristal, comme une fusée, dans le liquide.

4262. Or tous ces caractères appartiennent exclusivement à l'oxalate de chaux.

4263. Dans les feuilles de rhubarbe on trouve les mêmes cristaux, mais agglomérés (fig. 9 *a*), rarement isolés (*b*); et quand ils le sont, on observe toujours que les bases des deux pyramides opposées sont contiguës (*b*) (**).

4264. Les cristaux de l'iris de Florence ou germanique se retrouvent en plus grande abondance dans les tissus âgés du *Cactus peruvianus* (cierge du Pérou), et là ils affectent les mêmes dimensions et la même disposition que dans le tubercule d'iris, en sorte que la fig. 10 peut servir pour les uns et pour les autres (***).

4265. Je suis convaincu que les cristaux d'oxalate de chaux sont formés, comme ceux de phosphate, dans les interstices des cellules allongées (pl. 17, fig. 10 *b*), non-seulement par l'analogie de leur position autour des vaisseaux, non-seulement par leur disposition bout à bout, mais encore par tout ce que nous avons dit sur la cause et le mécanisme de l'incrustation. Au reste, jamais je n'ai aperçu de cristaux dans le sein d'une cellule vivante et d'accroissement (1103), c'est-à-dire élaborant la substance verte ou la gomme.

## § IV. *Influence des tissus organiques sur la cristallisation.*

4266. L'oxalate de chaux ne cristallise point

(*) L'acide tartrique précipite la chaux, en cristaux analogues à ceux de l'oxalate de chaux, par leurs formes et par leurs dimensions (pl. 8, fig. 6); mais qui s'en distinguent par l'ouverture de l'angle *abc*, qui est de 102, et en conséquence par celle de l'angle *bcd* =129 (4307).

(**) Tom. IV des Mémoires de la Soc. d'histoire nat. de Paris, 1827. *Notes additionnelles sur l'alcyonelle et les spongilles*, 2°.

(***) *Nouveaux coups de fouet scientifiques*, pag. 25, 1831. Chez Meilhac, in-8°.

dans nos laboratoires; au moins d'une manière appréciable à nos instruments grossissants; il se précipite en une poudre fine et amorphe. Les tissus organiques ont la propriété de modifier, de favoriser, et même de déterminer la cristallisation de certaines substances, que la violence de la réaction ne nous permet d'obtenir qu'à l'état de poudre. J'ai bien des fois répété une expérience dont j'ai retrouvé la note depuis la première édition de cet ouvrage. Je me rappelle qu'en mélangeant une solution concentrée de gomme, avec du carbonate de chaux cristallisé, du bicarbonate de soude, de l'ammoniaque, et de l'acide phosphorique, de manière que l'acide fût un peu en excès, il me suffisait de saturer par l'ammoniaque, pour précipiter le phosphate de chaux à l'état de belles lames cristallines, dont je pouvais facilement déterminer les angles à un faible grossissement (*). Becquerel a opéré la cristallisation de substances incristallisables par l'influence des forces électro-dynamiques; la puissance de l'organisation appartient peut-être à cet ordre de phénomènes physiques.

## § V. *Autres incrustations cristallines.*

4267. Les cristaux calcaires que nous avons déjà eu occasion de voir se former sur la surface des tubes de *chara* (3291) se retrouveront sans doute encore dans d'autres tissus animaux ou végétaux.

4268. En 1830, le vénérable Lebaillif vint me montrer une poussière qu'un botaniste de la capitale lui avait donnée, comme le pollen d'une plante, dont il le pria de taire le nom. Mais ce que le botaniste prenait pour des grains de pollen, c'étaient des cristaux octaèdres très-réguliers, et qui rappelaient exactement la forme fondamentale, le noyau du *fluate de chaux*. Les grains de pollen, réduits à de très-petites dimensions, nageaient à côté de ces cristallisations immobiles; mais leur petitesse les avait soustraits à l'attention du botaniste (**). Je ne sache pas que depuis lors rien ait été publié à cet égard, et je n'ai pu déterminer la nature de cette substance, à cause de la faible quantité qui m'en fut laissée.

4269. Il existe certainement bien d'autres sortes d'incrustations sur les tissus végétaux. On pourra rencontrer l'oxalate, le phosphate et le sulfate de chaux à l'état amorphe et pulvérulent. Mais je ne possède encore rien de précis sur ce sujet fécond d'études.

## § VI. *Calculs urinaires, biliaires.*

4270. Ce n'est pas par un phénomène différent de celui de l'incrustation, que se forment les calculs de la vessie, des articulations, du foie, etc. L'analogie de leur développement avec les os (1772) est rendue évidente par une coupe transversale, car on voit alors des emboîtements concentriques, plus ou moins poreux et d'une apparence plus ou moins fibreuse, selon que l'incrustation a eu lieu dans des interstices cellulaires plus distants. Leur origine comme tissus est démontrée, par l'emprisonnement fréquent des calculs urinaires dans une espèce de poche, qui est évidemment la cellule dans laquelle ils ont pris naissance. Ceux qui sont libres n'ont pas une autre origine; seulement ils sont nés sur la paroi la plus superficielle de la vessie, et se sont détachés ensuite par l'effet de leur pesanteur.

4271. Ainsi on peut considérer un calcul urinaire comme un organe anomal, dont le tissu s'est incrusté, ou bien d'un sel insoluble à base d'ammoniaque, soit acide (*calculs d'acide urique* (4051), soit alcalin, c'est-à-dire avec excès de base (*calculs d'urate d'ammoniaque*), soit neutre (*ocyde cystique*); ou d'un double sel à base alcaline (*urate de soude*); ou bien de phosphate de chaux (4245); ou bien de phosphate de magnésie et d'ammoniaque; ou bien d'oxalate de chaux (4254); ou bien de carbonate de chaux, ce qui est très-rare; ou bien enfin, ce qui est plus rare encore, des sels précédents mêlés à un peu de silice.

4272. Les *calculs biliaires* ne seraient composés, d'après les chimistes, que de cholestérine et de matière jaune résineuse; l'étude des cendres n'ayant fixé leur attention que par l'importance de leurs proportions.

## § VII. *Fossilisation.*

4273. Les tissus organisés soustraits à l'action de l'atmosphère et plongés, soit dans le vide artificiel, soit à de grandes profondeurs dans les entrailles de la terre, acquièrent, tout à coup, la puissance de remplacer leurs incrustations normales par de nouvelles incrustations, et leurs liquides organisateurs, par des substances inorganiques qui viennent, en se solidifiant, se mouler sur les parois des organes qui les aspirent, et for-

(*) Je suis porté à croire que la lumière solaire et l'avancement de la saison jouent un très-grand rôle dans cette production de la cristallisation.

(**) *Annal. des sciences d'observat.*, tom. III, page 133, 1830.

ment, avec elles, une combinaison stationnaire et impérissable. Les individus organisés sont, dans ce cas, pétrifiés; et l'on donne le nom de fossilisation à la loi mystérieuse qui préside à cette transformation. Dans nos fontaines incrustantes, nous reproduisons un simulacre de ce phénomène; les organes qu'on y dépose ne tardent pas à se revêtir d'une couche de calcaire qu'ils semblent aspirer. En laissant plonger un fragment ligneux dans une solution concentrée de sulfate ou autre sel de fer, les interstices et cellules pseudo-vasculaires s'emplissent et s'obstruent tellement du sel insoluble, que l'on croirait avoir sous les yeux un tronc d'arbre fossile, et que le tissu en est tout aussi susceptible d'acquérir un beau poli par le frottement. Dans une fontaine d'Islande, les conferves s'emprisonnent tellement dans la silice, déposée en forme de gelée par le silicate de chaux, qu'il s'y produit des agates aussi belles que les agates fossiles. Il est une circonstance de la fossilisation qui mérite de fixer plus spécialement l'attention du physiologiste; c'est la tendance qu'offrent les tissus mous et gélatineux, que le diluvium a déposés dans un milieu calcaire, à s'emparer de la silice, qu'ils semblent aspirer de loin, et avec laquelle ils se combinent intimement, plus encore qu'ils ne s'en incrustent. Nous avons déjà fait connaître le fait singulier des parasites polypiformes des bélemnites (*), qui, logés dans l'intérieur de ces fossiles calcaires, s'y sont tellement agatisés, qu'en plongeant la bélemnite dans l'acide hydrochlorique ou nitrique étendu, on finit par les isoler et mettre à nu les détails les plus subtils de leur organisation. Dans le *Nouveau système de physiologie végétale*, § 1838, en 1836, nous avons démontré que l'anthère glutineuse du *chara* s'est silicifiée en *gyrogonite*. Il existe, dans la craie, un exemple frappant de ce pouvoir d'élection, de la part des tissus mous et exempts d'ossification. Les silex pyromaques s'y trouvent, en effet, stratifiés par couches régulières, horizontales, et d'autant plus distantes entre elles qu'elles se trouvent situées à une plus grande profondeur. Les contours bizarrement arrondis de ces corps, dont quelques-uns atteignent dix-huit pouces de long, le mode d'incrustation de leurs surfaces, l'homogénéité de la pâte intérieure qui les compose, ne permettent pas de considérer ces rognons comme des dépôts opérés au hasard, et tout porte à croire que chacun de ces rognons est le fosile d'un ver gigantesque de la classe des vers microscopiques, que Muller a figurés sous le nom de *proteus diffusus tenax* (*Encycl.*, *pl.* I, fig. 2). La confirmation de cette idée peut être facilement obtenue par l'étude des cailloux roulés, chez lesquels on rencontre souvent des formes aussi bizarres que chez les rognons de la craie. Il suffit de les briser pour acquérir la certitude que leurs formes arrondies ne proviennent pas du frottement, mais préexistaient à la catastrophe qui les a portés à d'aussi grandes distances. En effet, leurs contours sont concentriques aux veines intérieures qui se dessinent en vives couleurs sur la coupe transversale qu'une cassure opère; et ces veines multicolores indiquent nécessairement tout autant d'organes ou couches d'organes distinctes, et rappellent admirablement bien les emboîtements sous-cutanés que nous offrent, par une section au scalpel, les tissus musculaires et coriaces de tant d'animaux inférieurs, qui vivent encore dans nos mers. Les cailloux arrondis rappellent, avec une exactitude surprenante, la forme et les accidents de surface des Ascidies sphériques, et on y distingue très-souvent jusqu'aux deux ouvertures du canal alimentaire. J'ai rencontré, dans l'intérieur de ces tissus agatisés, un espace ferrugineux, en losange, ayant sept à huit millimètres de longueur : examiné à la loupe, il offrait une réticulation cellulaire, composée de cellules hexagonales régulières, analogues aux cellules végétales ou animales, tapissées de globules comme amylacés, et qui atteignaient chacune jusqu'à près de deux millimètres; il était impossible de se refuser à voir, dans cette conformation, le fossile d'un organe à grandes cellules plongé dans un tissu plus compacte, près de la cavité stomacale; et je ne doute pas qu'une étude semblable, poursuivie comparativement par la dissection au scalpel des grands vers marins actuels, et par la dissection au marteau des cailloux roulés, n'amène à mettre dans tout son jour l'identité d'origine de ces deux classes d'êtres.

(*) *Annal. des sciences d'observation*, tom. I, 1829, et tom. III, pag. 88, 1830.

4274. Agates. — Daubenton appela l'attention des géologues, sur la détermination des filaments ramifiés verdâtres, ou d'une autre couleur, qui donnent un certain prix aux échantillons d'agates. Il reconnut l'existence de la conferve des ruisseaux, d'une mousse, de zoophytes, dans les agates qu'il soumit à ses observations. Mac-Culloch a publié des dessins, trop peu grossis, en faveur de cette opinion. Blumenbach, qui d'abord avait professé l'opinion contraire, a fini par l'adopter, en

découvrant, dans une agate du Japon, une mousse analogue au *sparganium erectum*. Ad. Brongniart, sans s'arrêter à d'aussi graves témoignages, se prit, en 1829, à nier positivement l'existence des corps organisés dans les agates; il ne considérait les veines et arborisations, qui font le prix de ces fossiles, que comme des filons métalliques, qui se seraient insinués dans la pâte du silex, à l'instant de sa solidification. Il s'appuyait sur ce que la plupart de ces rameaux n'offraient plus rien d'analogue à la forme des conferves actuelles : cette opinion était fondée sur une idée erronée, que l'auteur s'était faite des résultats de l'agatisation. Il est évident, en effet, que les tissus délicats et mous ne sauraient conserver leurs formes naturelles, dans un milieu qui les emprisonne en les desséchant; aussi, il ne nous fut pas difficile (*) de reproduire artificiellement, et par la simple pression de deux lames de verre; ou en emprisonnant les conferves dans de la gomme arabique, exposée à l'air et se desséchant sur une lame de verre; ou bien en les attaquant préalablement par un liquide désorganisateur; de reproduire, dis-je, avec les conferves de nos ruisseaux, toutes les formes représentées sur les planches des agates fossiles. Ayant repris alors l'étude des agates que nous avions à notre disposition, ainsi que de celles du *Muséum*, nous y découvrîmes non-seulement des conferves et des filaments de nature animale, mais encore des zoophytes, des œufs de mollusques, etc. Ces faits ont été reproduits dans le *Nouveau système de physiologie végétale et botanique*, § 1836, paru en décembre 1836. L'idée était assez vieille pour devenir académique. En 1837, Humboldt adressa de Berlin, à l'Institut, des fragments de chalcédoine renfermant diverses espèces de polypiers, que Turpin s'empressa de dessiner avec un pinceau qui n'y regarde pas de si près, et qui a le malheur de figurer les taches rouges du verre pour des globules du sang (séance de mars 1838), de placer des cristaux calcaires dans l'œuf des limaces, et de défigurer bien d'autres objets. Nous ne nous arrêterons pas à discuter le mérite de ces figures; les agates sont trop riches en objets de ce genre, pour qu'on attache une si grande importance à disputer sur la synonymie de quelques-uns; on y trouvera tôt ou tard les représentants de toute la flore et la faune d'eau douce. Nous mentionnerons, de ces annonces, que le feuilleton scientifique des journaux politiques a amplifiées avec une complaisance si incompétente, nous mentionnerons une seule inexactitude, qui ne nous étonne pas. L'auteur a rencontré, dit-il, des œufs de plumatelle ou cristatelle (3079) dans le silex pyromaque de la craie de Meudon. Nous soupçonnons cette annonce d'être le pendant de la découverte des rhombes de carbonate dans l'œuf des limaçons : c'est une lecture académique.

(*) *Annal. des sciences d'observation*, tom. III, page 243, 1830.

---

## DEUXIÈME DIVISION.

### BASES COMBINÉES AVEC LES ÉLÉMENTS DES TISSUS.

4274. En traitant les tissus de coton par l'acide sulfurique concentré, on parvient à obtenir de la gomme (833), qui ne diffère de la gomme arabique que par l'absence des sels qui abondent dans celle-ci (3120).

4275. On obtient le même résultat en traitant de la même manière les tubes de *chara* (3322). D'un autre côté, par l'incinération des fils de coton et des tubes de *chara*, on obtient du carbonate calcaire. Il est évident que si cette base n'existe pas à l'état d'incrustation sur le tissu organique, elle doit être combinée intimement avec la substance organisatrice de celui-ci, substance qui est la gomme. Or, pour se convaincre que la base ne se trouve pas ici à l'état d'incrustation, il suffit de laisser digérer ces tissus dans l'acide hydrochlorique étendu d'eau et partant incapable de désorganiser le tissu; après avoir bien lavé ensuite le tissu à l'eau pure, l'incinération fournira toujours la même quantité de sels calcaires. On peut reconnaître facilement la nature de cette base, en opérant sur un seul tube de coton préparé comme ci-dessus. Il suffit de le tenir à un millimètre de la flamme blanche d'une chandelle, pour remarquer, sur la cendre qui se forme par la combustion, les scintillations éblouissantes qui rappellent le passage du calcaire à l'état alcalin.

4276. L'on remarque en même temps qu'en s'incinérant, le tube conserve sa forme primitive, quoique réduite; mais que sa surface, au lieu de présenter un tout uni et compacte, est devenue persillée et pour ainsi réticulée; en sorte qu'on voit que l'incinération n'a eu lieu que par la volatilisation des molécules organiques, dont l'absence est marquée par les vides qui se montrent entre les molécules inorganiques.

4277. Cet effet s'observe, d'une manière pi-

quante, au moyen du procédé suivant. On prend une lanière d'épiderme, dont les réticulations cellulaires soient bien distinctes, comme sur la figure 7 de la pl. 7, et dont on a préalablement enlevé tous les sels incrustés, au moyen de l'acide hydrochlorique étendu et de lavages répétés. On l'étale sur une lame de verre mince; on en examine, on en mesure même les compartiments cellulaires au microscope (496). On place ensuite avec précaution, sur le feu, cette petite lame que l'on fait chauffer au rouge pendant quelque temps. On la retire, en l'éloignant peu à peu et graduellement de la chaleur. En l'observant alors au microscope, on croirait que ce tissu n'a nullement été altéré et que son organisation est restée intacte, mais une seule goutte d'acide très-étendu suffit pour détruire cette illusion, car ces réticulations y disparaissent avec rapidité (*).

4278. Il est donc évident que le sel forme la base des tissus, dont la matière organique (*eau et carbone*, 856) formait l'élément organisateur.

4279. Cette loi d'organisation n'est pas spéciale au règne végétal. Soit, en effet, un tube rougeâtre de l'alcyonelle des étangs (**) lavé comme ci-dessus. Si on le fait ensuite incinérer dans une cuiller de platine, la masse se boursoufle, noircit, et finit à la longue par s'incinérer. Les cendres restent tellement rougeâtres et papyracées, qu'on dirait que le tube n'a été que purifié et mis en pièces par l'action du feu, et que son organisation subsiste encore tout entière. Mais on s'assure du contraire, en les abandonnant dans l'acide hydrochlorique.

4280. En saturant l'acide par l'ammoniaque, on obtient un précipité abondant en flocons bleus, qui, quelques heures après, deviennent tout à fait rougeâtres.

4281. Le nitrate de baryte et d'argent, l'oxalate d'ammoniaque, le sous-carbonate de potasse, n'indiquent dans ces cendres aucune trace de sel soluble ou insoluble. Elles ne sont ni acides ni alcalines, l'eau ne leur enlève rien. L'acide nitrique ou hydrochlorique n'y manifeste pas la moindre effervescence (665). En les calcinant au feu avec de l'acide nitrique, il se dégage en abondance du gaz nitreux, et les cendres apparaissent alors plus rougeâtres et plus compactes qu'auparavant.

4282. Le prussiate ferruré de potasse aiguisé d'un acide leur communique la couleur bleue la plus intense.

4283. Ces cendres sont donc uniquement composées de fer, qui paraît combiné avec le tissu à l'état de tritoxyde, à cause de la couleur rougeâtre de ces tubes vivants, couleur dont ils ne sont redevables à aucune matière colorante soluble, soit dans l'alcool, soit dans l'éther, soit dans les huiles, et que le prussiate ferruré de potasse change tout à coup en bleu intense, lorsqu'on plonge le polypier vivant dans ce réactif.

4284. Il est vrai pourtant que le fer n'est pas la seule base dont l'analyse révèle l'existence dans le tissu du tube; car on observe, en l'incinérant, que la fumée ramène au bleu le tournesol rougi par un acide, et répand une forte odeur d'écrevisse brûlée, ce qui démontre la présence d'un sel ammoniacal dans le tissu vivant. Nous avons établi plus haut que les tissus animaux diffèrent des tissus végétaux, en ce que ceux-là possèdent toujours l'ammoniaque, parmi leurs bases inorganiques.

4285. Quoi qu'il en soit, l'histoire de l'alcyonelle m'a fourni une observation qui vient encore à l'appui de ce que j'ai dit ailleurs, sur le rôle que jouent les racines, par rapport à la nutrition du végétal. J'ai toujours rencontré ce polypier empâté exclusivement sur des pierres siliceuses (*meulières* ou *caillasses*), qui, comme on le sait, sont toujours abondamment colorées par le fer. Le tissu du tube de l'alcyonelle, qui, au sortir de l'œuf, est incolore, d'un beau blanc, et gélatineux, ne se colore donc en rouge et ne devient solide et cassant, qu'en aspirant, par son empâtement radiculaire, le fer de la silice qui lui sert de point d'appui.

4286. Quant à la silice, que la chimie en grand serait exposée à trouver dans cette substance, je dois prévenir que cette substance appartiendrait exclusivement aux grains de sable qui s'attachent à son tissu, et restent emprisonnés dans le tube, ave une opiniâtreté telle, qu'on ne peut les isoler qu'un à un et à la loupe.

(*) Cette dissolution s'opère avec ou sans effervescence, selon que la lame de verre est restée plus ou moins longtemps exposée au contact de l'air, après l'incinération du tissu. Car la chaleur ayant éliminé l'acide carbonique qui aurait pu rester associé à la chaux, il faut que celle-ci soit quelque temps en contact avec l'air, pour qu'elle redevienne carbonate, aux dépens de la faible quantité d'acide carbonique qui existe dans l'atmosphère. L'effervescence se reconnaît au microscope, à un dégagement de petites boules noirâtres, marquées d'un point blanc au centre, et que nous avons dit être des bulles de gaz vues plongées dans l'eau (666). Nous les avons figurées pl. 8, fig. 12a'.

(**) Voyez *Hist. de l'alcyonelle*, § 46, tom. IV des Mém. de la Société d'hist. nat. de Paris, 1828.



4287. Quant à la silice que l'analyse constate dans la plupart des tissus végétaux, j'avais dit, dans la première édition de cet ouvrage, que j'ignorais sous quelle forme cette substance se trouvait dans l'épiderme des tiges des céréales. J'ai repris depuis le même sujet avec grand soin, et je me suis convaincu qu'elle n'y existe pas à l'état d'incrustation et sous des formes cristallines, mais bien, au contraire, combinée à l'état de base avec le tissu épidermique lui-même, et transformant ainsi l'épiderme en un vernis aussi solide qu'imperméable à l'eau. En effet, j'ai fait bouillir de la paille dans l'acide nitrique; l'organisation cellulaire, examinée au microscope avant, pendant et après l'ébullition, n'a pas présenté la moindre altération dans sa configuration générale. Un séjour de deux mois de la paille dans l'acide nitrique concentré n'a pas produit d'autres phénomènes; tous les tissus intérieurs se sont décomposés; il s'est dégagé dans le flacon hermétiquement bouché du gaz rutilant; mais l'épiderme est resté intact. Et c'est là ce qui explique la difficulté qu'éprouve la paille à s'incinérer; la silice joue ici le même rôle que l'acide phosphorique dans les tissus imprégnés de phosphate ammoniacal; il recouvre les tissus combustibles d'une couche imperméable à l'oxygénation. Nous avons vu ci-dessus la silice combinée avec le tissu chez certaines productions équivoques du bas de l'échelle. Les coques pierreuses du grémil (*lithospermum officinale*) doivent également leur dureté pierreuse à la combinaison de la silice avec leurs tissus épidermiques.

4288. L'albumine, chez les animaux en général, (1496), et la gomme, chez les végétaux (3099), se combinent donc avec des bases, pour se transformer en tissu; et il est possible que le rôle que jouent les tissus, dans l'élaboration des sucs nécessaires au développement du végétal ou de l'animal, se modifie uniquement d'après la nature des bases avec lesquelles ils se combinent. C'est à l'étude analytique de ces combinaisons organiques que la nouvelle méthode doit surtout s'attacher.

4289. Il est possible et même vraisemblable que certaines substances *organisatrices* dites *immédiates* ne diffèrent véritablement entre elles que par l'absence ou la présence de ces bases (*), que le sucre (3148) ne soit que la matière organique non combinée et réduite à elle-même, que la gomme ne soit que du sucre combiné ou mélangé avec un certain nombre de sels ou de bases, qui, par une association plus intime, doivent la transformer en ligneux.

4290. Il est encore probable que tant d'autres substances acides ou neutres, cristallisables ou non, qui, à l'analyse, ne diffèrent pas entre elles, sous le rapport de leurs éléments organiques, ne doivent leurs différences physiques et chimiques qu'à la présence et à l'absence de certaines combinaisons salines (3899).

4291. Le même raisonnement doit s'appliquer aux huiles et résines, que nous avons vues ne différer des substances organisatrices végétales, que par l'absence d'une certaine quantité d'oxygène, qu'elles ne tardent pas à absorber, quand on les laisse en contact avec l'air atmosphérique. La preuve que ces substances, en absorbant de l'oxygène, sont susceptibles de se combiner avec des sels, m'a été fournie par l'expérience suivante.

4292. J'avais laissé exposée au contact de l'air, pendant plusieurs mois, une couche d'huile d'olive épaisse d'un centimètre environ, au-dessus de l'eau dans laquelle j'avais déposé du soufre en fleur, du fer et des sels ammoniacaux tels que des hydrochlorates, ainsi que du phosphate de chaux. Le fer et le soufre ne manquèrent pas de se combiner en sulfure noir; l'huile commença peu à peu à se dessécher, et finit, au bout de six mois, par former une membrane plissée et comme ridée, jaune supérieurement et jaune rougeâtre en dessous, élastique comme du caoutchouc, ne tachant plus le papier, neutre aux papiers réactifs. Or, dès ce moment, cette substance était devenue insoluble dans l'alcool, l'éther et les huiles, même à l'aide de la chaleur; l'eau ne lui enlevait rien de soluble. Cependant, en la désorganisant par les acides, ou par la potasse, ou par l'incinération, on y retrouvait en abondance les sels que j'avais déposés, ou qui s'étaient combinés dans l'eau qu'elle avait si longtemps surnagée. Le prussiate ferruré de potasse aiguisé d'un acide y dénotait la présence du fer, mais seulement après plusieurs jours de contact (3734). Cette huile, qui pourtant exhalait encore son odeur caractéristique (4105), s'était donc transformée en tissu, en s'assimilant de l'oxygène d'un côté, et des bases ou des sels de l'autre.

4293. En conséquence l'étude raisonnée, et des

(*) Je dis bases : tout me porte à croire en effet que les tissus ne sont jamais combinés avec les sels, et que, dans ces sortes de combinaisons organiques, ils jouent le rôle d'un acide et saturent les bases. Si la chaux se trouvait à l'état de carbonate dans le tissu ligneux, l'acide sulfurique concentré, qui l'isole de la gomme (833), s'en emparerait avec effervescence; ce qui n'a pas lieu.

cendres, et des sels avant l'incinération de la substance, *caput mortuum* si dédaigné et si rebuté par l'ancienne chimie, me paraît destinée à donner le mot de tant d'énigmes et de tant d'anomalies, que présente à l'observateur le règne de l'organisation.

---

## TROISIÈME DIVISION.

### COMBINAISONS SALINES DISSOUTES DANS LES LIQUIDES DES TISSUS ORGANISÉS.

4294. Les produits de l'incinération ne proviennent pas uniquement des sels incrustés sur la surface externe des tissus (4229), ou des bases combinées en tissus avec les substances organisatrices (4274); les liquides qui circulent dans les vaisseaux, et ceux que renferment les cellules, tiennent en solution un assez grand nombre de sels, qu'il importe d'étudier et d'analyser au microscope; car l'analyse en grand est capable de les altérer ou de les faire disparaître entièrement.

4295. Or l'étude des sels au microscope était tout aussi inabordable, quand nous avons entrepris de nous livrer à ces sortes de recherches, que du temps de Leeuwenhoeck et de Ledermuller. Celui-ci avait eu pourtant une espèce de pressentiment du parti que la chimie serait un jour dans le cas de tirer de cette étude; car ayant dessiné un certain nombre de cristallisations de sels dont il connaissait d'avance (*) la nature, et ayant ensuite évaporé du sérum de sang (3425) (**) sur une lame de verre, il signala l'analogie qui existe entre les arborisations qu'on y remarque avec celles du sel ammoniac (hydrochlorate d'ammoniaque). Mais cette analogie peut devenir illusoire, quand on n'invoque, pour la constater, que la ressemblance des formes et non pas celle des réactions.

4296. Les sels que les sucs végétaux et animaux tiennent en solution se composent de phosphates, carbonates, oxalates, malates, tartrates et sulfates de chaux, de fer, de manganèse, de magnésie, d'alumine, qui s'y dissolvent à l'aide de l'acidité du suc; d'hydrochlorates, acétates, carbonates, silicates, nitrates, sulfates, phosphates, iodates et hydriodates, cyanites et peut-être hydrocyanates de potasse, de soude, d'ammoniaque, de chaux, d'alumine, de magnésie, de fer, de manganèse, etc. La potasse, la soude et la chaux sont les bases qui se présentent avec plus de constance et en plus grandes proportions.

4297. L'incinération décompose ou fait entièrement disparaître quelques-uns de ces sels, par exemple, quelques hydrochlorates, les nitrates, les carbonates, les acétates et tous les sels à acides végétaux, enfin les sels ammoniacaux.

4298. L'étude microscopique des sels doit donc se faire sur les sucs eux-mêmes, avant toute action de la chaleur. On y procède au microscope de deux manières, qu'il faut toujours faire marcher de front et comme contre-épreuves l'une de l'autre : par précipitation et par évaporation. Par évaporation, on obtient des cristallisations qui permettent de déterminer les formes appréciables au goniomètre microscopique (716), et de faire agir les réactifs en connaissance de cause. Les paragraphes suivants fourniront les exemples les plus saillants des avantages de cette méthode d'investigation chimique.

#### § I. *Carbonate de chaux.*

4299. Si on peut en obtenir un seul fragment cristallisé, on le couvre d'une lame d'eau dans laquelle on le laisse séjourner; il y reste insoluble. On mêle une faible quantité d'un acide quelconque, même végétal; il se produit une effervescence que l'on reconnaît au dégagement des bulles de gaz (pl. 8, fig. 12 *a'*). Quand le cristal a disparu en entier, on verse avec un petit tube de verre une goutte d'oxalate d'ammoniaque sur le liquide, et l'on voit se former sous ses yeux des myriades de petits points opaques. L'acide sulfurique produit un effet plus caractéristique, en déterminant la formation d'un grand nombre d'aiguilles quelquefois rayonnées, qui restent insolubles dans un excès d'acide, et qui sont entièrement analogues à celles du phosphate de chaux (4245). On peut encore, pour reconnaître la nature de la base, employer l'acide tartrique qui précipite la chaux en magnifiques cristaux que nous avons figurés (pl. 8, fig. 6) (4257); ils diffèrent entièrement de ceux que l'acide tartrique détermine dans la potasse, et dont nous parlerons plus bas.

#### § II. *Carbonate de potasse.*

4300. Le liquide fait effervescence par un acide végétal; par évaporation il ne cristallise pas, et le résidu reste déliquescent; le muriate de platine

(*) *Amusements microscopiques*, in-folio.

(**) *Ibid.*, pl. 87.

y détermine des cristallisations jaune d'or et informes. L'acide tartrique le précipite subitement, et avec une vive effervescence, en cristaux déterminables.

### § III. *Carbonate de soude.*

4301. Cristallise en arborisations que l'on voit pl. 16, fig. 10; l'acide hydrochlorique très-étendu les fait disparaître, pour les métamorphoser, par évaporation spontanée, en cristaux de sel marin.

### § IV. *Hydrochlorate de soude* (chlorure de sodium, sel marin).

4302. Les cristaux en sont cubiques, mais déprimés sur deux faces opposées, par des espèces d'escaliers, qui représentent l'empreinte d'une pyramide à base carrée (pl. 8, fig. 12 *a*) placée de champ sous les yeux de l'observateur. Par le jeu de la lumière au microscope, ces pyramides en creux semblent des pyramides en relief (*). C'est le sel le plus reconnaissable au microscope et celui qui cristallise le plus facilement. Les acides faibles le dissolvent sans effervescence, ainsi que l'acide hydrochlorique et l'acide nitrique très-concentrés; mais l'acide sulfurique concentré y produit une effervescence des plus vives, en s'emparant de la soude, aux dépens de l'acide hydrochlorique qui se dégage sous forme de bulles (pl. 8, fig. 12 *a'*).

### § V. *Hydrochlorate de potasse* (pl. 8, fig. 12 *b*).

4303. Cristallise, par évaporation spontanée, en carrés, en parallélogrammes, en paillettes hexagonales; on en reconnait la base au moyen du muriate de platine (4300), et l'acide par la réaction des acides faibles et concentrés, comme ci-dessus (4302).

4304. Le chlorate de potasse (pl. 16, fig. 6) cristallise d'une manière analogue à l'hydrochlorate de soude. Ses cristaux sont des rhombes de 100° sur 80°, et marqués souvent d'escaliers comme les cristaux de sel marin.

### § VI. *Acétate et sous-acétate de plomb.*

4305. Rien n'est plus reconnaissable au microscope que les sels provenant d'une manipulation dans laquelle on a employé le sous-acétate et l'acétate de plomb. Il est rare, en effet, qu'on ait éliminé ces deux réactifs, de manière qu'on n'en retrouve pas quelques cristaux, au microscope, en faisant évaporer le sel sur une lame de verre. Ces cristaux affectent la forme de lamelles en boucliers, proéminentes au centre et marquées de stries rayonnantes. La fig. 14, pl. 16, représente un groupe de ces lamelles de sous-acétate de plomb ayant depuis un dixième, deux tiers jusqu'à un demi-millimètre dans leur plus grand diamètre.

### § VII. *Tartrate de potasse* (pl. 8, fig. 13 et 14).

4306. Lorsqu'on précipite le carbonate de potasse par de l'acide tartrique en excès, on obtient subitement une quantité proportionnelle de cristaux tourmentés, comme les offrent les fig. 9 et 10 de la pl. 8; il m'est arrivé une seule fois d'en obtenir, en grande abondance, avec les formes de la fig. 14, que je n'ai pu reproduire depuis.

4307. Si on dissout les cristaux de tartrate acide de potasse dans l'acide acétique pur, on obtient, par évaporation spontanée, des cristallisations qui, formées avec plus de lenteur, sont beaucoup plus régulières que les premières. La fig. 13 de la pl. 8 les représente. La moyenne de quatorze observations faites sur différents cristaux, à l'aide de mon goniomètre microscopique, m'a donné l'angle $gab$=133° 18'. Le supplément de 133° 18' étant 46° 82', il s'ensuit que la moitié de l'angle $abc$ étant égale au supplément de l'angle $gab$, l'angle total $abc$ doit être de 93° 64'. Or j'ai trouvé cet angle par l'observation directe, me donnant 93°. Quand une face ($fc$) avait envahi toutes les autres, j'ai trouvé, par l'observation directe, l'angle $efh$=47. S'il arrive maintenant que la face opposée de l'autre bout envahisse toutes les autres à son tour, on aura un losange $efgh$, dont les angles obtus seront de 133° 18', et les angles aigus de 46° 82'; or l'observation directe m'a souvent donné 130° 30' pour les uns et 49° 30' pour les autres, sur des cristaux un peu déliquescents; s'il arrivait ensuite que les deux faces du même côté des deux bouts du cristal envahissent toutes les autres, on aurait le triangle $fed$ dont l'angle

(*) Pour se convaincre que ces pyramides sont en creux et non en relief, il suffit de se rendre raison des effets du miroir réflecteur au microscope. Quand un cristal est terminé par une pyramide saillante et placée de champ sous les yeux de l'observateur, la face la plus éclairée est celle qui est opposée à la surface du miroir; or, ici, c'est tout le contraire. Pour déterminer la face qui est opposée à celle du miroir, il faut tenir compte du renversement des images au microscope.

*fod* serait de 86° 36′. En supposant maintenant que deux de ces triangles égaux s'accolent par leur base (*fd*), on aura un rhombe de 86° 36′ sur 93° 74′; on en voit un figuré (*aa*), et l'observation directe m'a souvent donné 85 sur 93. D'autres fois, le même rhombe m'a donné 106 sur 107, de même que l'angle *abc*, ce qui fournit à peu près le calcul, en joignant ensemble la moitié de l'angle *gab* = 133° 18′ avec l'angle aigu *efh*=46. Les cristaux *bc*, étant cristallisés en polyèdres et non en lames, offrent plus de difficultés à l'observation que les précédents ; mais on peut cependant toujours s'assurer qu'ils dérivent des mêmes formes, en ayant soin de compléter les observations directes par les inductions du calcul.

## § VIII. *Tartrate de potasse dissous dans l'acide acétique albumineux* (acide lactique, 3319, 3575).

4308. Le suc de *Chara* m'avait présenté, au milieu de cristallisations dont j'avais pu déterminer la nature, des cristaux elliptiques (pl. 8, fig. 12*c*) dont j'ai cherché longtemps vainement l'analogie. Enfin, je les retrouvai dans le suc du grain de raisin, dans le vinaigre ordinaire, et dans les vins du Nord évaporés spontanément sur une lame de verre (pl. 8, fig. 11, *abc*). Les acides minéraux ou végétaux, concentrés ou non, les dissolvent sans la moindre effervescence. Le muriate de platine me parut les attaquer plus vite que le chlorure de sodium. Ils sont déliquescents, et par conséquent fortement ombrés sur les bords. Mes soupçons tombèrent donc sur le tartrate de potasse, qui abonde, comme on le sait, dans le vin. Mais le tartrate de potasse cristallise avec des formes toutes différentes (4306) ; il était permis de préjuger que cette différence pourrait bien ne tenir qu'à l'influence d'un mélange ; il était donc rationnel d'essayer, sur le tartrate de potasse ordinaire, l'action de toutes les substances que l'analyse indique dans les vins. Par l'acide acétique seul le tartrate cristallise avec des angles réguliers (4307); en y ajoutant de la gomme, l'ouverture des angles n'en est pas altérée : avec l'alcool non plus. Mais un mélange d'albumine et d'acide acétique, dans lequel j'avais laissé dissoudre du tartrate de potasse ordinaire, me donna, par évapoation spontanée, toutes les formes des cristaux du vin (pl. 8, fig. 11, *abc*) avec leur déliquescence, leur dépression, leurs pointes quelquefois effilées, enfin avec la forme en flèche (*a*). Les cristaux elliptiques que l'on trouve dans le vinaigre et dans le suc de *chara* sont donc des tartrates de potasse, dissous dans une combinaison d'acide acétique et d'albumine, que nous avons dit avoir été pris pour un acide spécial, *acide lactique* (3375) (*).

4309. Les lactates signalés par Berzélius, dans le sang et bien d'autres liquides animaux, ne sont que des acétates albumineux, et non des tartrates dissous dans l'acide acétique albumineux (3529).

## § IX. *Hydrochlorate d'ammoniaque* (pl. 8, fig. 12, *dd'd'*).

4310. Arborisations dont une figure ne peut qu'imparfaitement représenter l'élégance et les effets. Lorsque le liquide est saturé de substances organisatrices, ces arborisations sont contournées et irrégulières (*d' d'*). On reconnait la nature de ce sel par l'emploi des autres acides étendus et concentrés (4302), et la nature de la base, au moyen de la potasse qui y produit une effervescence, en éliminant l'ammoniaque gazeuse, ou mieux en soumettant la lame de verre du porte-objet à l'action de la chaleur, qui fait évaporer toutes ces jolies bigarrures. On trouve ce sel, absolument négligé par les analystes (844), dans presque tous les liquides animaux, dans le sérum du sang et du lait, dans le pus, les urines, et dans la salive de l'homme à jeun.

(*) Leuwenhoeck a vu et figuré dans le vinaigre ces cristaux elliptiques (*Arcana naturæ*, tom. I, pag. 1); et aussitôt il soupçonna que l'acidité qui, d'après certains auteurs, provenait de la piqûre des anguilles (*vibrions*) du vinaigre, devait, au contraire, être attribuée à l'introduction de la pointe de ces cristaux sagittés dans les papilles de l'organe du goût. Ce qui le confirma encore davantage dans cette idée, c'est que plus le vinaigre était fort à la langue, et plus ces cristaux elliptiques lui paraissaient acérés. Dans le vin généreux, au contraire, ces cristaux sont obtus, arrondis ou tronqués par les deux bouts. Enfin il profita de cette occasion pour réfuter ceux qui prétendent que le vin engendre la goutte; car ayant observé les calculs de la goutte, il n'y rencontra aucun des cristaux du vin.

On voit que c'était alors le beau siècle de l'imagination. Comme il était permis de rêver à son aise et sans contradicteur ! On regardait au microscope, et l'on discourait; cela se nommait observer. On n'allait pas même jusqu'à recourir à des preuves, et l'auteur ne conçut pas alors l'idée d'observer du vinaigre distillé, où il n'aurait plus aperçu la moindre trace de cristaux ; or pourtant l'acidité du vinaigre aurait augmenté par la distillation. Ledermuller (*Amus. microscopiq.*, pl. 43) ne paraît pas avoir eu connaissance du travail de Leuwenhoeck, il n'a figuré dans le vin que les losanges, et non les ellipses.

## § X. *Nitrate d'ammoniaque.*

4311. C'est le sel ammoniacal dont la cristallisation s'éloigne le plus du type général de ces combinaisons à base volatile. Ce sont des rubans anastomosés entre eux, et dont la superficie est quelquefois doublement concave (pl. 17, fig. 12); l'acide sulfurique concentré en dégage l'acide nitrique, comme il dégage l'acide hydrochlorique des hydrochlorates.

## § XI. *Autres sels ammoniacaux.*

4312. Ils se rapprochent, par leurs ramifications, de l'hydrochlorate d'ammoniaque. A l'état de pureté on pourrait peut-être parvenir à les distinguer à l'ouverture des angles de leurs arborisations; mais comme les mélanges organiques en dévient considérablement les rameaux, de leur direction primitive, il faut désespérer de pouvoir nvoquer ce caractère seul dans les observations microscopiques. La fig. 13, pl. 16, représente l'acétate d'ammoniaque.

## § XII. *Sels à acide organique et à base d'ammoniaque.*

4313. Nous en distinguerons de deux sortes principales, les sels obtenus par précipitation et les sels obtenus par sublimation. Les premiers se divisent en deux catégories, ceux dont la potasse ne dégage pas d'ammoniaque, et ceux que la potasse décompose. Les uns et les autres peuvent provenir du règne végétal, comme du règne animal.

### A. SELS OBTENUS PAR PRÉCIPITATION.

### *a. Sels dont la potasse ne dégage pas de l'ammoniaque.*

**ALCALOIDES VÉGÉTAUX** (*alcalis végétaux* ou *bases salifiables* des auteurs).

4314. Baumé (*Éléments de Pharmacie*, 7e édition, pag. 254) a décrit, sous le nom de *sel essentiel d'opium*, un produit cristallisé qui revient à ce que les modernes ont désigné sous le nom de narcotine. Neumann, Wedelius, Hoffmann, Proust et Trulles ont parlé d'un *sel essentiel acide*, obtenu de l'extrait d'opium.

4315. En 1803, Derosne a publié (*Annal. de Chimie*, t. XLV, p. 257) un travail fort étendu sur l'analyse de l'opium, dans lequel il décrit le sel de Baumé, avec une plus grande exactitude; et à la description qu'il en donne, les auteurs récents n'ont pas ajouté la moindre circonstance nouvelle. Il vit que ce produit cristallin neutre était composé de carbone, d'oxygène, d'hydrogène et d'azote: il l'obtenait de la dissolution concentrée de l'opium, qui, en refroidissant, laissait déposer une substance grenue, qu'il lavait à l'eau, dissolvait dans l'alcool bouillant, et obtenait cristallisée en prismes à base rhomboïdale, par le refroidissement. Il signala dans le suc, la présence d'un acide qui n'était, d'après lui, que de l'acide acéteux. En traitant, en outre, l'extrait d'opium par le carbonate de potasse, il en sépara un sel différent du premier, alcalin, d'une saveur amère, donnant à la distillation les mêmes produits ammoniacaux et oléagineux que le précédent. Ce sel est évidemment la substance que, plus tard, Sertuerner désigna sous le nom de morphium. Derosne en attribuait l'alcalinité au carbonate de potasse, dont il avoue n'avoir jamais pu séparer ce produit.

4316. En 1804, Seguin, qui avait connaissance du mémoire de Derosne, lut un travail, dont la publication n'a eu lieu (nous ignorons le motif de ce retard) qu'en 1814, dans les *Annales de Chimie*, t. XCII. L'auteur s'accorde avec Derosne, sur la nature de l'acide libre de l'extrait d'opium, et reconnaît, en même temps, la présence d'un autre acide, qui, d'après lui, pourrait bien être de l'acide malique ou acétique modifié. Il n'ajoute rien de plus à ce que Derosne avait dit du sel obtenu directement de l'extrait. Quant au sel, que Derosne considérait comme un sel impur, Seguin l'obtient, en traitant le suc d'opium par la potasse, la soude ou l'ammoniaque; et à part le choix de ces réactifs, la description qu'il donne du sel n'est qu'une répétition de ce qu'en avait dit Derosne. Il faut que Thénard ait bien peu confronté les deux mémoires, ou ne les ait pas confrontés du tout, pour avoir cité à cet égard le nom de Seguin, à la place de celui de Derosne. Au reste, il est démontré aujourd'hui aux moins clairvoyants que, dans les questions de priorité, l'Institut ne voit que les hommes, et non les faits.

4317. Deschamps jeune, pharmacien, à Lyon, avait retiré déjà un sel fébrifuge de l'extrait de quinquina.

4318. En 1805 et 1806, Sertuerner (Journal de Pharmacie de Trommsdorff, tom. XIII, p. 135; et tom. XIV, p. 47), publia, sur l'analyse de l'opium, un travail analogue à celui de Derosne, mais que l'auteur sentit la nécessité de reprendre, à cause

de son imperfection. Ce ne fut qu'en 1816, qu'il livra au public le résultat de ses nouvelles recherches, dans un mémoire qui a été traduit dans le tome V des *Annales de Chimie et de Physique*. Là, l'auteur annonça que l'on pouvait considérer comme une base salifiable, la *morphine* (sel impur de Derosne), qu'il appelait *morphium*. C'est ce travail qui a fixé l'attention des chimistes sur ce genre de corps.

4319. Robiquet et Vogel furent les premiers à répéter les expériences de Sertuerner. Robiquet attribua l'alcalinité de cette substance, à la présence de l'ammoniaque, que la magnésie, la chaux ou la potasse aurait dégagée d'un sel ammoniacal, et qui se serait combinée avec la substance résineuse ou résinoïde.

Cette opinion fut soutenue aussi par Dulong, dans un rapport, fait à l'Institut, sur les analyses élémentaires des bases salifiables; mais on ne s'y arrêta pas longtemps; et ce fut longtemps une grande hérésie que d'oser soutenir quelque chose de semblable, sur un sujet, lequel, envisagé d'une autre manière, était appelé à combler d'or et d'honneurs les pharmaciens français qui se mirent à exploiter la découverte de Sertuerner. Dulong et Robiquet semblèrent même reculer devant l'effet que produisit leur hypothèse.

4320. Vauquelin avait émis la conjecture que tous les sucs végétaux qui jouissent de quelques propriétés particulières, tels que ceux d'opium, de quinquina, et autres, le doivent à des principes immédiats.

4321. Les pharmaciens, en appliquant les procédés de Sertuerner à l'étude des sucs des plantes pharmaceutiques, n'eurent pas de peine à grossir le catalogue des bases salifiables végétales; et comme chacun se ruait à la conquête de ce nouveau monde, et que la gloire en revenait à celui qui arrivait le plus tôt, il se fit, qu'à force de se hâter, on s'exposa à bien des mécomptes et des désappointements; l'un, prenant pour un alcali, un mélange de suc et d'une base terreuse; et l'autre, signalant un acide végétal dans un suc qu'il avait recueilli imprégné d'un acide minéral; en sorte que la liste marchait à la hausse et à la baisse, et que le jour où l'on annonçait la découverte d'un nouvel alcali végétal, on en effaçait, d'un trait de plume, quatre ou cinq de la liste. On procède enfin un peu plus prudemment, mais non d'une manière plus rationnelle : on en est venu à se méfier des bases terreuses et des acides inorganiques, mais la suspicion s'est arrêtée là. Quoi qu'il en soit, on adopta, en France, la terminaison en *ine* pour désigner ces bases : le *morphium* de Sertuerner, ou *sel impur* de Derosne, prit le nom de *morphine*; l'*acidum papavericum* de Sertuerner, ou acide acétique mélangé de Derosne et Seguin, prit le nom d'acide méconique; et le sel *essentiel* de Baumé et Derosne prit le nom de narcotine : en 1826, l'Institut de France récompensa la découverte de Sertuerner, en accordant un prix de 10,000 fr. à Pelletier et Caventou, pour avoir été assez heureux de vendre des milliers de quintaux de sulfate de quinine. *Habenti dabitur* (*)!

1° Procédé d'extraction des alcaloïdes.

4322. Lorsque le suc est acide, on le traite par la magnésie ou l'hydrate de chaux; on recueille, sur un filtre, le précipité cristallin qui se forme; on le lave, on le dissout dans l'alcool concentré et bouillant, d'où on retire la base salifiable organique par évaporation. En traitant le produit par l'éther, on obtient, en certaines circonstances, deux espèces de ces substances.

4323. Si le suc est neutre, on l'aiguise avec de l'acide hydrochlorique, afin de rendre la base salifiable soluble, et on le traite après comme ci-dessus, d'abord par la magnésie ou la chaux, puis par l'alcool bouillant. Ce sont là les deux procédés en général employés, et qui se modifient accessoirement, selon que l'indique la nature des mélanges qui accompagnent ces principes.

4324. Il est un fait remarquable, c'est qu'avant le traitement par la magnésie ou la chaux, le précipité qu'on obtient d'un suc n'est point alcalin (4316). L'alcali terreux a donc dégagé de l'ammoniaque, comme lorsqu'on le met en contact avec un sel ammoniacal; c'est là l'interprétation la plus rationnelle du phénomène; mais ce n'est pas celle qui a frappé de prime abord les chimistes. Bien loin de soupçonner une identité d'origine dans une identité d'effet, le précipité qu'ils ont obtenu leur a paru offrir tous les caractères d'un alcali *sui generis*, surtout lorsqu'ils ont vu que l'alcalinité du principe lui communiquait la propriété de saturer une certaine quantité d'un acide. Nous allons combattre cette opinion dans toutes les raisons sur lesquelles elle s'appuie; et nous démontrerons, je le pense, que cette opinion n'est fondée sur aucune preuve; mais que l'opinion contraire n'est en opposition avec aucune expé-

(*) Un alchimiste ayant demandé à Benoît XIV une récompense pour avoir trouvé le secret de faire de l'or, ce pape, homme d'esprit, lui fit parvenir un certain nombre de bourses, pour y renfermer ses richesses.

rience; qu'elle seule les explique toutes, et les ramène dans la catégorie des faits depuis longtemps observés. Nous commencerons par l'interprétation des résultats obtenus par les procédés de préparation de ces bases.

### 2° Théorie de la composition des alcaloïdes déduite du procédé.

4325. Les sucs des végétaux ou des organes végétaux les plus riches en alcalis de ce genre, n'offrent rien au microscope ou à la vue simple, d'analogue aux produits qu'on obtient après la préparation : mais il est aisé de démontrer que ces sucs sont riches en produits résineux et ammoniacaux. Ce sont des séves résino-ammoniacales (3332) ; l'ammoniaque ne saurait y exister qu'à l'état de sel. Il est possible, et même probable dans le plus grand nombre de cas, que le sel ammoniacal occupe, dans le végétal, un organe différent de celui qu'occupe la résine et de celui qu'occupe un acide, et que ces trois ordres de substances ne se mêlent et ne se combinent ensemble que dans l'acte de la macération ou de la décoction. Avant d'établir leur hypothèse au rang des opinions démontrées, les chimistes auraient dû vider ce point si essentiel de la question. Mais, à l'époque de la découverte, le microscope n'était pas encore devenu un instrument de laboratoire, et il commence à peine à vaincre le préjugé académique. Quoi qu'il en soit, supposons la présence d'un sel ammoniacal, combiné à une résine, en dissolution dans un suc, à l'aide d'un acide ; il est évident que, si vous traitez ce suc par un alcali terreux, vous précipiterez la résine ammoniacale pure, si l'acide du suc forme un sel soluble avec la base terreuse, si c'est, par exemple, de l'acide acétique. Mais, d'un autre côté, il est de la nature des alcalis terreux, de décomposer en partie ou en totalité les sels ammoniacaux, de les rendre neutres ou alcalins, d'acides qu'ils étaient. L'hydrate de chaux ne saurait manquer de produire le même effet, dans le traitement dont nous parlons, car on ne l'emploie pas en quantité telle, que le sel ammoniacal puisse être complétement décomposé. Le précipité résineux, redissous dans l'alcool, sera donc alcalin : mais remarquez que le sel ammoniacal supposé n'aura pas été en contact avec l'alcali terreux, ni en assez grande quantité, ni assez longtemps, pour que l'action du réactif s'applique à toutes les molécules de la substance ; une partie seule en aura subi les influences, et le précipité pourra renfermer ainsi un mélange de deux combinaisons : l'une neutre, et l'autre ammoniacale ; l'une plus soluble que l'autre dans tel menstrue. Le précipité sera alors considéré comme un mélange de deux alcalis, et il n'est peut-être pas un végétal à suc résineux qui, traité de la même manière, ne soit dans le cas d'enrichir la gloire d'un chimiste, de plusieurs de ces faciles fleurons.

Passons à l'évaluation de la composition élémentaire de ces prétendus alcalis, dont le tableau suivant présente les analyses d'après les divers auteurs.

### 3° Théorie confirmée par les nombres.

4326. *Tableau comparatif des analyses élémentaires des alcaloïdes végétaux.*

| | Carbone. | Oxyg. | Hydrog. | Azote. | |
|---|---|---|---|---|---|
| Morphine (*opium*). | 72,020. | 14,840. | 5,530. | 7,610. | Pelletier et Dumas. |
| | 72,000. | 17,000. | 5,500. | 5,500. | Brande. |
| | 72,340. | 16,299. | 4,995. | 6,366. | Liebig. |
| | 69,000. | 20,000. | 4,500. | 6,500. | Bussy. |
| | 70,520. | 4,786. | 7,988. | 16,706. | Henry et Plisson. |
| Narcotine (*opium*). | 68,880. | 18,000. | 7,210. | 5,910. | Pelletier et Dumas. |
| | 65,000. | 26,990. | 2,510. | 5,500. | Liebig. |
| | 65,170. | 25,070. | 5,310. | 4,330. | Pelletier (256). |
| Pseudomorphine. | 53,410. | 35,370. | 5,810. | 4,570. | Pelletier. |
| Narcéine (*opium*). | 54,730. | 34,420. | 6,520. | 4,330. | Pelletier. |
| Codéine (*opium*). | 71,340. | 15,720. | 7,590. | 5,350. | Robiquet. |
| Quinine (*quinquina*). | 75,020. | 10,450. | 8,450. | 6,660. | Pelletier et Dumas. |
| | 75,760. | 8,620. | 8,110. | 7,520. | Liebig. |
| | 74,552. | 8,295. | 8,432. | 8,721. | Henry et Plisson. |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Cinchonine (*quinquina*). | 76,970. | 7,790. | 9,020. | 6,220. | Pelletier et Dumas. |
| | 77,830. | 5,930. | 8,870. | 7,370. | Liebig. |
| | 78.880. | 9,352. | 8,876. | 2,862. | Henry et Plisson. |
| | 78,400. | .... | 14,600. | 7,000. | Brande. |
| Brucine (*noix vom.*). | 75,040. | 11,220. | 7,220. | 6,520. | Pelletier et Dumas. |
| | 70,880. | 17,390. | 5,070. | 6,660. | Liebig. |
| | 70,480. | 6,760. | 7,810. | 14,920. | Henry et Plisson. |
| Strychnine (*noix vom.*). | 78,220. | 6,380. | 8,920. | 6,540. | Pelletier et Dumas. |
| | 76,430. | 11,060. | 5,810. | 6,700. | Liebig. |
| | 76,400. | 7,504. | 7,878. | 8,219. | Henry et Plisson. |
| Vératrine (*cévadille*). | 66,750. | 19,600. | 5,04 . | 8,540. | Pelletier et Dumas. |
| | 70,790. | 16,390. | 7,630. | 5,210. | Couerbe. |
| Émétine (*ipécacuan.*). | 64,570. | 22,950. | 7,770. | 4,300. | Pelletier et Dumas. |
| Solanine (*solanum nigrum*). | 62,110. | 27,330. | 8,920. | 1,640. | Blanchet. |
| Delphine (*staphisaigre*). | 76,690. | 7,490. | 8,890. | 5,930. | Couerbe. |

4327. Nous remarquerons, pour la vingtième fois, l'énorme différence qui existe, entre les diverses analyses de la même substance faite par divers auteurs, et souvent par le même auteur, comme on le voit à l'égard des deux analyses de la narcotine par Pelletier. Nous rappellerons en même temps ce que nous avons dit (258) de l'impuissance de nos méthodes analytiques à constater avec précision les quantités d'azote qui rentrent dans la composition d'une substance fortement ammoniacale. Mais en adoptant les chiffres de ces analyses, il nous sera facile de démontrer qu'on en obtiendrait de semblables, en soumettant, à l'analyse élémentaire, un mélange d'un sel végétal à base d'ammoniaque et de résine ou d'huile essentielle, ou une combinaison d'ammoniaque avec un acide résineux (3985) ; et que, par conséquent, l'expression la plus heureuse pour désigner ces sortes de composés, serait encore l'expression la plus anciennement employée (4315), celle de *sel essentiel*. Afin de rendre le calcul plus intelligible, nous supprimerons toutes les décimales, et ne les emploierons que dans le produit total.

4328. Supposons, par exemple, une combinaison de $\frac{1}{12}$ d'ammoniaque avec $\frac{11}{12}$ d'acide benzoïque (4036), qui, ainsi que nous l'avons fait voir, peut être considéré comme un mélange de résine et d'acide; nous trouverons à l'analyse élémentaire :

| | Carbone. | Oxygène. | Hydrogène. | Azote. |
|---|---|---|---|---|
| 11 parties d'acide benzoïque. | 825. | 209. | 66. | |
| 1 partie d'ammoniaque. | | | 17. | 83 |
| Total réduit à 100 | $=\frac{825}{12}=68,75.$ | $\frac{209}{12}=17,42.$ | $\frac{83}{12}=6,91.$ | $\frac{83}{12}=6,92.$ |

résultat numérique qui se rapproche encore plus de l'analyse de la narcotine par Pelletier et Dumas, que l'analyse de ces deux auteurs ne se rapproche de celle de Liebig.

4329. Or un pareil mélange ne manquerait pas de se comporter, comme un sel essentiel, sous le rapport de la fusibilité, de la solubilité dans les divers menstrues, et de la saturation par les acides.

Il nous paraît superflu d'ajouter d'autres exemples à celui que nous venons de donner. Chacun pourra les multiplier et les rendre encore plus piquants de ressemblance avec l'un ou l'autre de ces sels essentiels, s'il veut avoir la patience de calculer, d'après la méthode dont nous venons de faire l'essai. Au reste, la première exposition de cette théorie, qui date déjà de dix ans, paraît avoir fait une certaine impression sur les chimistes qui ont soutenu l'ancienne théorie de la manière la plus opiniâtre. Nos chimistes français ne cherchent plus qu'un biais académique pour professer la nouvelle doctrine; la création de la nomenclature des *amides* est un premier pas

pour arriver à ce but, sans avoir l'air de faire une palinodie. Déjà les *Annales de physique et de chimie*, 1834, tom. LV, pag. 318, ont donné le signal de ce retour aux théories du *Nouveau système de chimie*.

### 4° Théorie confirmée par les réactions des alcaloïdes.

4330. Il n'est aucune des réactions constatées chez les alcaloïdes, qui ne s'explique avec succès par la théorie qui les suppose des sels résineux à base d'ammoniaque.

4331. Les alcaloïdes sont insolubles ou fort peu solubles dans l'eau ; ils sont solubles dans l'alcool plus à chaud qu'à froid, dans l'éther, dans les acides, dans les alcalis, même dans l'ammoniaque, propriétés que l'on ne manquerait pas de retrouver dans un mélange salin combiné avec la résine.

4332. Les alcaloïdes se décomposent au feu, en eau, acides carbonique et acétique, en huiles essentielles plus ou moins concrètes, et en produits ammoniacaux.

4333. Ils ont tous une saveur amère et âcre, comme la plupart des huiles essentielles et des résines. La plupart ne s'obtiennent qu'en poudre amorphe.

4334. Ils verdissent presque tous le sirop de violette ; et ceux qui présentent ce caractère sont dans le cas de saturer une certaine quantité d'acide, ainsi que le font les sels ammoniacaux avec excès de base. Les alcaloïdes neutres ne se conduisent de la sorte qu'avec les acides les plus concentrés, c'est-à-dire avec les acides capables de désorganiser ou d'éliminer en tout ou en partie l'acide végétal du sel organique. La capacité de saturation des alcaloïdes est en rapport constant avec la quantité d'azote, et par conséquent d'ammoniaque, qu'ils contiennent. La cinchonine, qui renferme, d'après les analyses, $\frac{8}{100}$ d'azote, sature $\frac{22}{100}$ d'acide hydrochlorique; et la solanine, qui ne renferme que $\frac{164}{100}$ ne sature que $\frac{423}{100}$ du même acide. Et à cette occasion, nous ferons observer encore combien il est facile de confondre, avec une combinaison véritable et saline, le mélange d'un acide dans un précipité résineux ; l'acide s'enveloppe tellement dans les molécules résineuses, que les papiers réactifs ne sauraient plus en déceler la présence, si ce n'est dans le menstrue capable de dissoudre de nouveau le précipité.

4335. Les combinaisons acides des alcaloïdes deviennent solubles dans l'eau et dans l'alcool à froid.

4336. Le courant voltaïque, dit-on, sépare l'alcaloïde de l'acide avec lequel on l'a combiné. L'acide se rend au pôle positif, et l'alcali au pôle négatif. Les alcalis, et même la magnésie, enlèvent à l'alcaloïde l'acide combiné.

Mais toutes ces expériences en sont restées au rôle d'essais et de réactions; et il est nécessaire de les reprendre sous un nouveau point de vue. Obtient-on, après l'action de la pile et des bases terreuses, le même alcaloïde qu'auparavant ? Si l'on continuait indéfiniment à dissoudre et à précipiter, à combiner l'alcaloïde avec un acide minéral, puis à lui enlever l'acide par la magnésie, ne finirait-on pas par réduire l'alcaloïde à des caractères plus circonscrits, et le principe résineux ne finirait-il pas par l'emporter sur le principe salin ? On ne l'a pas tenté.

4337. Les partisans de la première opinion, qui considéraient ces principes alcalins comme des alcalis immédiats et d'une nouvelle nature, s'appuyaient beaucoup sur ce que la potasse, qui élimine l'ammoniaque de tous les sels ammoniacaux, n'altère en rien, au moins en apparence, la composition des alcaloïdes. Nous fîmes observer, dès 1827, qu'il ne fallait pas raisonner d'un sel oléagineux et résineux, comme d'un sel libre et obtenu à l'état d'une pureté parfaite ; dans celui-ci, la potasse, n'ayant à se combiner qu'avec l'acide, éliminera l'ammoniaque du composé ; dans le sel oléagineux, au contraire, la potasse, ne pouvant arriver à la molécule saline qu'à travers la molécule oléagineuse qui lui sert d'enveloppe, neutralisera son action sur la molécule oléagineuse, et se transformera en savon, avant d'atteindre la combinaison saline, qui restera ainsi intacte, malgré la réaction. D'un autre côté, si la potasse est employée en trop grande quantité, et qu'une partie de l'ammoniaque soit éliminée, au lieu de se dégager, l'alcali volatil se combinera en savon avec la molécule oléagineuse, et rien n'indiquera alors ni à l'odorat, ni aux papiers réactifs, que l'ammoniaque a été éliminée. Un an après, Wœhler découvrait que l'urée était un cyanate d'ammoniaque ; et l'on sait que la potasse ne dégage point d'ammoniaque de l'urée.

Nous annonçâmes, à la même époque, que le nombre des alcaloïdes s'accroîtrait à chaque nouveau procédé ; et l'opium depuis s'est trouvé fournir un nouvel alcali à tout chimiste qui s'occupe de l'étude de cette substance. A la morphine et la

narcotine sont venues se joindre la *narcéine*, la *paramorphine*, et la *pseudomorphine* de Pelletier, puis la *codéine* de Robiquet, puis la *méconine* et la *thébaine* de Couerbe; et le premier chimiste qui reprendra le même sujet avec soin et sur de nouveaux errements, ajoutera à la liste la *papavérine;* celui qui viendra après, l'*opionine;* le troisième, la *rhéine;* le quatrième, la *pavotine,* etc., etc.

### 5° Propriétés médicales des alcaloïdes.

4338. Ce n'est pas par leur nature alcaline que ces prétendus principes immédiats agissent sur l'économie animale; car la *salicine,* qui ne renferme pas la moindre trace d'azote, est devenue le succédané de la *quinine*. En Angleterre, Graves et Stokes ont coupé les fièvres avec un mélange de chlorure de sodium et de camphre. Le principe thérapeutique, ce principe subtil et inconnu, qui échappe aux réactifs et à l'analyse, peut imprégner un sel de la même manière qu'il imprègne le suc du végétal; le précipité, qui s'opère dans un milieu organique, ne saurait manquer d'emprisonner, dans ses molécules, le principe subtil qui forme la base des propriétés du suc. Du reste, lorsque les premières déclamations eurent fait place aux expériences positives, il se trouva que l'alcaloïde, et même ses sels les plus solubles, étaient loin d'agir sur l'économie animale avec le même succès et d'après les mêmes indications que le suc lui-même; que la quinine et le sulfate de quinine ne combattaient pas les fièvres aussi puissamment et aussi bénignement que l'extrait ou le vin de quinquina. Ni la morphine, ni la narcotine, et encore moins la narcéine et la codéine, ne représentent l'action de l'*opium;* et les Orientaux se garderont bien de s'enivrer de l'une ou l'autre de ces préparations cristallines, comme ils s'enivrent d'opium. Ces substances, qui d'abord étaient comme le principe agissant du végétal, obtenu à son plus grand état de pureté possible, se trouvent donc ne plus agir comme le végétal lui-même: singulier principe, qui change du tout au tout en s'isolant! Ce sont là des idées que les médecins n'osent pas exprimer trop haut, à l'égard des alcaloïdes employés en médecine, et ils ont tort, depuis que le principe d'association a détrôné le principe de coalition; la vérité aujourd'hui n'expose plus personne, tant qu'elle est scientifique; elle n'est dangereuse à dire que sous d'autres insignes.

### 6° Cristallisation des alcaloïdes.

4339. Si quelque chose rappelle les caractères des sels ammoniacaux, formés de toutes pièces, c'est certainement le mode de cristallisation des alcaloïdes végétaux, lorsqu'on les observe au microscope, après en avoir fait évaporer le menstrue aqueux ou alcalin, sur une lame de verre. Mais la direction des rayonnements varie, selon qu'on obtient ces cristaux, d'une dissolution plus ou moins concentrée, et de l'évaporation d'un menstrue plutôt que de tel autre. La narcotine cristallise dans l'eau, avec les formes des figures 9 et 12, pl. 16; et dans l'alcool, avec la forme rayonnante de la figure 11. L'oxalate d'ammoniaque cristallise, avec la forme de la figure 9, en certains cas. La quinine cristallise, par évaporation de la dissolution alcoolique, avec les formes fasciculées et demi-rayonnantes des figures 4, 5 et 7, pl. 16; et la première de ces deux figures offre déjà une analogie complète avec la figure 11, qui provient de la narcotine. L'oxalate d'ammoniaque cristallise souvent avec cette disposition fasciculée et rayonnante. Tous ces alcaloïdes, enfin, offrent dans les variations infinies de leurs cristallisations, des arborisations, des aiguilles fasciculées, des dendrites analogues à celles de l'acétate d'ammoniaque (pl. 16, fig. 13), de l'hydrochlorate d'ammoniaque (pl. 8, fig. 12 *dd'*), et des autres sels ammoniacaux les moins contestables.

### 7° Description spécifique des alcaloïdes.

4340. NARCOTINE, OU SEL ESSENTIEL DE L'OPIUM DE BAUMÉ ET DE DEROSNE, etc. (4315). — Il suffit d'évaporer, jusqu'à consistance sirupeuse, l'extrait d'opium, de traiter l'extrait par l'alcool bouillant, pour obtenir un précipité cristallin, blanc, insipide, inodore, ***sans action sur le tournesol et sur le sirop de violettes;*** cristallisant en petits prismes, et sur une lame de verre en arborisations (pl. 16, fig. 11); insoluble dans l'eau froide; soluble dans 400 fois son poids d'eau bouillante, dans 100 d'alcool à la température ordinaire, et dans 24 d'alcool bouillant; dans l'éther à chaud, et dans les huiles volatiles. Ce précipité a été nommé narcotine par les modernes; mais ils ne l'obtiennent plus par ce procédé; l'opium, en effet, ainsi traité, ne donnerait que de la narcotine; et la magnésie ne saurait plus extraire une seule trace de morphine du suc épuisé par l'alcool. On commence par traiter le suc d'opium avec la magnésie; on recueille le

précipité qui, cette fois, verdit le sirop de violettes, et qui est de la morphine mêlée, d'après les chimistes, à un peu de narcotine. On attaque ce précipité par l'éther, qui dissout toute la narcotine et respecte la morphine. On obtient des quantités plus considérables de narcotine, en traitant ensuite le marc d'opium par l'alcool à 36° non bouillant, et le laissant refroidir; filtrant, pour séparer du liquide, un peu de caoutchouc; réduisant aux 3/4, et purifiant par de nouvelles cristallisations.

4341. La narcotine, obtenue par le procédé de Baumé et Derosne, peut être considérée comme le sel ammoniacal résineux, tel qu'il se trouve dissous dans le suc de l'opium, à l'aide de l'acide acétique qu'élimine l'évaporation. Ce sel est neutre par lui-même à l'état cristallisé; acide, à l'état de solution dans le suc. Lorsque le suc a été traité par la magnésie, non-seulement l'acide qui sert de menstrue est saturé; mais encore une partie de l'acide du sel est soustraite à la combinaison; le sel devient ammoniacal en partie; car l'action de la magnésie n'est que partielle; il faudrait en employer des quantités plus considérables, pour attaquer le sel dans toutes ses molécules. Le précipité que l'on obtiendra, après ce traitement, sera donc un mélange d'une partie du sel à son état d'intégrité, et d'une autre partie du sel devenu avec excès de base, l'une plus soluble dans l'éther que l'autre; menstrue, qui, en les séparant, semblera isoler deux substances d'origine différente. On obtiendrait de la morphine, en traitant la narcotine cristallisée, par la magnésie, comme on traite le suc de pavot. La *narcotine*, sel neutre, offre une proportion moins grande d'azote que la *morphine*, sel avec excès de base.

4342. La narcotine ne forme, avec les acides, que des composés acides; les chimistes ne les ont pas moins considérés comme de véritables sels. Toute résine se comporterait de même. Remarquez qu'il faut en outre avoir soin d'employer et la narcotine en excès, et un acide concentré et puissant, pour obtenir quelque chose de semblable.

4343. Morphine. — Indiquée par Derosne le premier, découverte définitivement par Sertuerner, la morphine s'obtient, en faisant bouillir, pendant un quart d'heure, une infusion concentrée d'opium, avec 10 grammes de magnésie par livre d'opium (d'après Robiquet). On filtre, on lave le dépôt qui reste sur le filtre; on le fait macérer dans de l'alcool faible à une chaleur de 60 à 70°, on filtre de nouveau; on fait bouillir successivement le dépôt avec 3 à 4 portions d'alcool bouillant, en ajoutant du charbon animal; on filtre les liqueurs bouillantes, et on obtient la morphine précipitée par le refroidissement; on la purifie par de nouvelles cristallisations. Hottot propose de remplacer la magnésie par l'ammoniaque; procédé au moyen duquel il assure qu'on peut obtenir 6 à 8 gros de morphine, d'un kilogramme d'opium. La morphine, obtenue par ce procédé, serait-elle identique avec la morphine obtenue par le premier? Nous ne le pensons pas.

4344. La morphine retient toujours, quoi qu'on fasse, un peu de narcotine. Elle est incolore, cristallisant en aiguilles fasciculées; elle est insoluble dans l'eau froide et dans l'éther, et très-peu soluble dans l'eau bouillante. L'alcool anhydre en dissout $\frac{1}{42}$ de son poids, et l'alcool bouillant $\frac{3}{77}$; elle est soluble dans les huiles grasses et volatiles, les alcalis caustiques, l'ammoniaque. La dissolution alcoolique verdit le sirop de violette, bleuit le tournesol, et brunit le curcuma; il en est, sans aucun doute, de même de l'alcool distillé; et, à chaque distillation, la morphine serait moins alcaline qu'à la précédente, si l'on pouvait en sacrifier une certaine quantité à ces sortes de recherches; il en serait de même d'une résine imprégnée d'ammoniaque. Les acides sulfurique et nitrique concentrés l'altèrent; l'acide sulfurique finit par la charbonner, l'acide nitrique lui communique une couleur rouge, tirant sur l'orange, et qui passe ensuite au jaune; les sels de fer neutre la bleuissent, ainsi que ses sels, couleur qui disparaît par la chaleur dans l'alcool, l'éther acétique, par un acide, et est ravivée par un alcali. La narcotine ne présente rien de semblable. Les sulfates prétendus, les acétates, l'hydrochlorate de morphine, sont solubles dans l'eau.

4345. La morphine agit sur l'économie animale comme l'acétate de morphine. L'acétate de narcotine est sans effet sur les animaux, tandis que la narcotine les fait périr rapidement, ingérée ou injectée dans la veine jugulaire. Dans l'acétate, l'acide acétique, qui n'est nullement saturé, réagit comme antidote de la narcotine, à laquelle il sert de menstrue.

4346. Narcéine. — La narcéine serait, d'après Pelletier, un principe de l'*opium*, blanc, soyeux, cristallisant en aiguilles feutrées, sans odeur, d'une saveur métallique, soluble dans 230 parties

d'eau bouillante et 375 parties d'eau froide à la température ordinaire, fondant sans se décomposer à 92° centig., jaunissant à 110, se décomposant sans se sublimer à une température plus élevée, prenant une teinte bleue magnifique par l'acide hydrochlorique (1534), couleur qui disparaît, en passant par le rose violacé, lorsqu'on étend d'eau le mélange; prenant la même teinte bleue par les acides nitriques étendus de 2 parties d'eau, l'acide sulfurique étendu de 4 à 5 (3571), et n'offrant rien de semblable par les acides végétaux; se transformant en acide oxalique par l'acide nitrique bouillant; fournissant, par la distillation, un liquide acide peu coloré, une matière bitumineuse d'une odeur balsamique, et des aiguilles blanches d'un acide que l'auteur désigne sous le nom d'acide narcéique. La narcéine produit avec l'iode une belle couleur bleue, qui disparaît dans les alcalis et par l'ébullition dans l'eau, et reparaît ensuite dans ce dernier cas par le refroidissement (950).

4347. A tous ces caractères il nous est impossible de ne pas reconnaître un mélange d'huile essentielle et d'albumine végétale rendues solubles par un sel ammoniacal, d'un hydrochlorate inhérent au suc ou ajouté par la manipulation, et de la substance soluble d'amidon; toutes substances qui existent abondamment dans le tissu cellulaire des pavots. En effet, la réaction de l'acide hydrochlorique sur la narcéine est celle du même acide sur l'albumine végétale (3318) ou animale. La réaction de l'acide sulfurique sur la narcéine est la même que celle du même acide sur un mélange d'albumine et d'hydrochlorate; car l'acide sulfurique venant à mettre l'acide hydrochlorique en liberté, celui-ci se reporte sur l'albumine, en la colorant d'abord en rose et puis en bleu (3571). A l'action de l'iode, il est impossible de ne pas reconnaître la présence de l'amidon soluble (950); et l'auteur a tort de penser qu'après l'amidon la narcéine soit la seule substance qui présente ce caractère de coloration; nous l'avons retrouvé dans le pollen, et on l'avait observé avant nous dans la résine de gaïac.

4348. Codéine. — En traitant le suc condensé d'opium par le chlorure de chaux, Robiquet a obtenu une nouvelle substance, la codéine, et cela devait être; on en obtiendra une nouvelle, en traitant le suc d'abord par l'acide nitrique ou par l'acide sulfurique, etc. L'auteur, voulant préparer ce que Grégory vend à Londres sous le nom d'hydrochlorate de morphine, dissout l'opium dans l'eau, rapproche la liqueur, y verse du chlorure de calcium, jusqu'à ce qu'il ne se forme plus de précipité, concentre la liqueur, recueille les cristaux qui se déposent alors, les purifie par de nouvelles cristallisations, les redissout dans l'eau avec de l'ammoniaque qui occasionne un précipité, filtre, concentre la liqueur filtrée, et obtient, par évaporation, une substance cristalline, qu'il redissout dans l'eau; il y ajoute de la potasse caustique, laquelle précipite la substance qu'il nomme *codéine*, qu'il purifie par l'éther bouillant. Cette substance est soluble dans environ 100 parties d'eau à la température ordinaire; elle rend l'eau très-alcaline; elle cristallise régulièrement par le refroidissement. Lorsqu'on verse dans l'eau une quantité plus grande que celle-ci ne saurait en dissoudre, elle forme, au fond du vase, une couche d'aspect oléagineux; l'éther est son meilleur dissolvant. Elle ne bleuit point par les sels de sesquioxyde de fer. Son action sur l'économie animale est différente de celle de la morphine.

4349. Nous ne nous hasarderons pas à déterminer ce que peut être une substance obtenue d'un suc aussi compliqué que le suc d'opium, après une série si nombreuse de précipitations; pour arriver à une détermination exacte d'une substance qui n'a plus un seul des caractères de la morphine, il faudrait avoir fait une analyse exacte de tous les produits obtenus à chaque opération, avant de les qualifier des noms d'hydrochlorate de morphine et de codéine, de méconate de chaux, etc. Mais un suc qui renfermerait à la fois de l'acide oxalique libre ou mêlé à l'acide acétique, plus une huile essentielle, et un sel ammoniacal, ne manquerait certainement pas de fournir, après toutes ces opérations, une substance qui posséderait tous les caractères essentiels de la *codéine*.

4350. Nous ne nous occuperons ici ni de la paramorphine, ni de la pseudo-morphine, qui n'est sans doute qu'une altération par les alcalis de la narcéine (4346).

4351. Méconine de Couerbe. — Arrêtons-nous à cette substance qui, par l'absence de l'azote, aurait sa place ailleurs, mais qu'à cause de son origine, nous ne saurions séparer de celles qui précèdent. La méconine serait une substance non azotée, qui viendrait cristalliser à la surface des eaux mères de l'opium de Smyrne ou le plus impur du commerce, d'où l'on a retiré la morphine par l'ammoniaque, lorsqu'on les abandonne,

après les avoir fait évaporer jusqu'à consistance sirupeuse, dans un lieu frais et obscur, pendant quinze jours à trois semaines. On purifie le dépôt cristallin à l'eau bouillante, on décolore au charbon animal ; on laisse cristalliser, on purifie les cristaux par l'éther bouillant, qui ne dissout que la méconine et la laisse cristalliser par refroidissement. C'est une substance blanche, d'une odeur d'abord nulle, puis âcre ; soluble à la fois dans l'eau, l'alcool, l'éther, cristallisant en prismes à six pans, dont deux faces plus larges, et terminés par un sommet dièdre ; elle fond à 90,5, se vaporise à 155°, et distille sans perdre une de ses qualités primitives ; par le refroidissement, elle se prend en une masse semblable à de la graisse pure. Sa composition élémentaire serait : carbone 60,234, hydrogène 4,742, oxygène 35,023.

4352. Une substance qui a besoin de quinze jours pour apparaître à la surface du liquide, n'a rien moins que l'air d'avoir existé dans le liquide, mais de s'y être formée par suite de quelque fermentation, qui, en désagrégeant les cellules végétales du marc, aura fini par mettre en contact deux ou trois ordres de nouvelles substances, séparées jusque-là par la cloison du tissu. Nous avons vainement cherché, dans le travail de l'auteur, à connaître les produits de l'incinération ; quant à l'absence de l'azote, c'est un point que nous avons vu déjà (840) susceptible de plus d'une contestation ; l'ammoniaque échappe si facilement à l'analyse, quand elle n'existe pas en trop grande quantité ! Supposez un mélange d'huile essentielle tenue en dissolution par l'acide oxalique dans un liquide susceptible de la fermentation ammoniacale ; si vous placez ce liquide dans un endroit frais et obscur, il ne tardera pas à s'y former de l'ammoniaque, qui, en saturant l'acide, amènera chaque jour à la surface la quantité d'huile essentielle que l'acide tenait en dissolution. Mais cette huile essentielle arrivera à la surface, en s'imprégnant d'oxalate de chaux et d'ammoniaque, et d'un peu de tout ce qu'elle aura rencontré dans le suc. Ce mélange purifié pourra former un tout inséparable, cristallisable, soluble dans les mêmes menstrues, et susceptible de passer dans le récipient, par la distillation, avec les principales qualités qui le caractérisent. Quant à l'analyse élémentaire de ce mélange, nous la trouverons identique en tout point à celle assignée par l'auteur à la méconine. Soient en effet :

| | Carbon. | Hydrog. | Oxyg. |
|---|---|---|---|
| 100 d'huile essentielle | 87 | 13 | |
| 100 d'acide oxalique libre ou combiné. | 33 | | 67 |
| | 120 | 13 | 67 |
| nous aurons . . . . | $\frac{120}{2}=60$ | $\frac{13}{2}=6,5$ | $\frac{67}{2}=33,5$ |

4353. En un mot, ne perdez jamais de vue, dans le cours des opérations de l'analyse de l'opium, que ce suc est riche en produits de toute espèce ; qu'il renferme principalement une résine *particulière*, une huile grasse, une huile essentielle ou caoutchouc, de la gomme soluble et filante, du ligneux, dont les mailles ligneuses non attaquées par l'eau bouillante, peuvent l'être avec succès par tout autre menstrue ; reportez ensuite votre esprit sur la théorie des mélanges ; et, au lieu de créer des substances nouvelles, vous vous trouverez toujours sur la voie d'évaluer la nature, et de reconnaître l'origine de vos nouveaux produits.

4354. Cinchonine et quinine. — La *cinchonine* fut entrevue par Duncan d'Édimbourg, décrite par le docteur Gomès sous le nom de *cinchonin*, obtenue à l'état de pureté par Laubert, qui la nomma *cinchonine*. Houton-Labillardière d'un côté, et Pelletier et Caventou de l'autre, mis sur la voie par le travail de Sertuerner, eurent l'*honneur* de découvrir que cette substance était alcaline, et qu'elle était accompagnée d'une autre qu'ils nommèrent *quinine*. On les extrait l'une et l'autre, en traitant par l'acide sulfurique et par l'acide hydrochlorique une espèce quelconque de quinquina. Mais le quinquina gris ne contient presque que de la *cinchonine*, et le quinquina jaune que de la *quinine*.

4355. La cinchonine est cristalline ; la quinine est amorphe et ne cristallise que difficilement ; desséchée, c'est une masse poreuse blanchâtre. La quinine est presque insoluble dans l'eau ; la cinchonine est soluble seulement dans 2,500 fois son poids d'eau bouillante, et insoluble dans l'eau froide. Elles sont toutes les deux solubles dans les huiles fixes ou volatiles, dans l'éther et l'alcool, dans les acides avec lesquels elles forment des sels amers ; leur saveur est amère ; dissoutes dans l'alcool, elles ramènent au bleu le tournesol rougi par un acide. Leurs combinaisons salines sont décomposées et précipitées par les oxalates, les tartrates solubles, la noix de galle, le tanin.

4356. On obtient la cinchonine, en traitant le quinquina gris par l'acide hydrochlorique, puis le liquide acide par la chaux, lavant le dépôt, et le dissolvant dans l'alcool bouillant, d'où la cinchonine se précipitera sous forme cristalline.

4357. On obtient la *quinine*, en traitant le quinquina jaune par l'acide sulfurique, puis le liquide acide par l'ammoniaque, et lavant le précipité, puis le dissolvant dans l'alcool. C'est le prétendu sulfate de ces deux bases qu'on administre contre les fièvres intermittentes et aiguës, à la dose de 6 à 8 grains par jour.

4358. Que l'on soumette aux mêmes traitements une résine amère (3919) imprégnée d'un sel ammoniacal, on finira par obtenir des précipités qui se comporteront, à l'analyse et en thérapeutique, d'une manière analogue. Car il n'est pas une substance amère qui n'ait été employée avec succès contre les fièvres; et rien ne sera plus simple à comprendre que ce mode d'action, s'il est jamais démontré que les fièvres ne proviennent que de l'action d'insectes microscopiques attachés à la surface des intestins (3043). On sait, en effet, que les substances amères sont éminemment anthelmintiques.

4359. Quoi qu'il en soit, il est impossible de ne pas admettre que la quinine renferme du sulfate d'ammoniaque, et la cinchonine de l'hydrochlorate d'ammoniaque employés dans le traitement (4325). Le sulfate de quinine agit-il réellement avec plus d'efficacité que l'extrait de quinquina contre les fièvres caractérisées? Nous demandons aux médecins, comme fait utile à la science, de se prononcer. Nous avons assez de journaux aujourd'hui pour pouvoir traiter cette question, sans s'exposer à aucune tracasserie.

4360. Strychnine. — Extraite en 1818 par Pelletier et Caventou des *strychnos*, et spécialement de la noix vomique. Cristallise par évaporation spontanée de sa solution alcoolique en petits prismes blancs, quadrilatères, terminés en pyramide. Elle est alcaline, amère, avec un arrière-goût métallique, ne fond pas et ne se volatilise pas par la chaleur, et se décompose entre 312° et 315°; sosoluble dans 2,500 parties d'eau bouillante et 6,667 d'eau froide; insoluble dans l'éther et dans l'alcool anhydre; soluble dans les huiles volatiles, faiblement dans les huiles grasses, ainsi que dans l'alcool bouillant, d'une densité de 0,835; elle se décompose par le soufre en fusion, en dégageant du gaz hydrogène sulfuré.

4361. Brucine. — Extraite par les auteurs précédents du *strychnos nux vomica*, et non, comme ils l'avaient cru, du *brucea*, dont elle porte le nom. Elle est soluble dans 850 parties d'eau froide et 500 d'eau bouillante, dans l'alcool concentré, et même dans l'esprit-de-vin de 10,88, faiblement dans les huiles volatiles; insoluble dans l'éther et dans les huiles grasses. La couleur rouge ou jaune qu'elle prend par l'action de l'acide nitrique, *se change en beau violet* par le chlorure d'étain. La strychnine renferme toujours un peu de brucine.

4362. Vératrine.—Découverte en même temps par Meisner, Pelletier et Caventou dans les graines du *veratrum sabadilla* et des colchiques. Elle est incristallisable; alcaline, d'une saveur âcre et brûlante; sans odeur, mais fortement sternutatoire; fond à 90°; presque insoluble dans l'eau froide, soluble dans 1,000 parties d'eau bouillante; très-soluble dans l'alcool, dans l'huile de térébenthine, à l'aide de la chaleur; insoluble dans l'éther pur.

4363. Émétine.—Découverte par Pelletier dans la racine d'ipécacuanha; d'une couleur fauve, alcaline; d'une saveur faiblement amère, inodore; soluble difficilement dans l'eau froide, plus facilement dans l'eau chaude, fond à 50°; très-soluble dans l'alcool, presque insoluble dans l'éther et dans les huiles. Ses sels *sont incristallisables* comme elle. L'infusion de noix de galle la précipite en blanc.

4364. Aricine.—On l'extrait du *quinquina calissaya*, par le même procédé que la cinchonine; et nous ne doutons pas que chaque quinquina ne fournisse une espèce nouvelle.

4365. Delphine.—On l'obtient de la dissolution alcoolique de l'extrait du *Delphinium staphysagria*, par le même procédé que la quinine.

4366. Sabadilline. — Elle diffère de la vératrine (4362) par les mêmes caractères que la quinine diffère de la cinchonine; elle est incristallisable. Elle s'obtient du *veratrum sabadilla*, en traitant par l'éther la vératrine, qui s'y dissout, et laisse la sabadilline insoluble.

4367. Je dépasserais les bornes assignées à cet ouvrage, si je voulais donner quelques lignes à la description détaillée de tous les principes immédiats alcaloïdes qui ont encombré la science depuis quelques années; je renvoie, pour leur nomenclature, au catalogue que nous en avons publié en 1829, dans les *Annales des sciences d'observation*,

tom. II, p. 223. Le nombre de ces découvertes faciles paraissait alors ne devoir plus avoir de limites, si l'impulsion donnée aux travaux chimiques par l'accueil de nos savants avait continué de mériter leur bienveillance.

4368. Je me contenterai d'ajouter à la liste indiquée la CURARINE, extraite par Boussingault et Roulin du *curara* ou *curari*, matière dont les Indiens de l'Amérique méridionale se servent pour empoisonner leurs flèches; l'ESENBECKINE, trouvée par Buchner dans l'*esenbeckia febrifuga;* la CAPSICINE, par Wilting, dans le *capsicum annuum;* l'ACONITINE, par Peschier, dans l'*aconitum napelus;* la CONICINE, par le même, dans la grande ciguë; l'ALOÏNE, par Meisner, dans l'aloès; la CROTONINE, extraite par Brande de la graine du *croton tiglium;* la BUXINE, que Fauré annonce avoir trouvée dans le *buxus sempervirens;* l'EUPATORINE, que Riphini a découverte dans l'*eupatorium cannabinum.*

4369. C'est en adoptant les principes de la nouvelle méthode que Poggiale (*) a démontré, de la manière la plus complète, que la *smilacine*, la *salseparine*, la *pariglіne* et l'*acide parallinique* de Batka ne sont que la même substance obtenue à divers états d'impureté, et que l'acidité du dernier des quatre produits n'est due qu'à la présence de l'*acide hydrochlorique* employé (4320).

8° Propriétés médicales des alcaloïdes végétaux.

4370. Depuis la découverte des alcaloïdes, on n'a cessé de professer l'opinion que ces substances étaient les principes actifs des végétaux, et que, par conséquent, il y avait un immense avantage dans leur emploi, puisqu'on pouvait ainsi administrer la guérison sous un plus petit volume. Mais j'ai cherché jusqu'à présent à me convaincre de la solidité de cette assertion, en compulsant les expériences sur lesquelles elle s'appuie, et je suis forcé d'avouer que le savoir-faire pharmaceutique a peut-être plus contribué à la propager que l'évidence de l'observation. On nous dit, il est vrai, que quelques grains de sulfate de quinine produisent les mêmes effets, contre les fièvres, que plusieurs gros d'écorce de quinquina en poudre; mais on ne nous dit pas si, sous le même volume, la décoction seule de ces plusieurs gros ne produirait pas le même effet que les quelques grains de sulfate de quinine. Qu'y a-t-il en effet d'étonnant qu'un extrait d'une écorce qui contient près de 90 pour 100 de ligneux, opère mieux que l'écorce elle-même?

4371. D'ailleurs, les alcaloïdes sont-ils le principe actif lui-même, ou un mélange de principe actif avec certaines combinaisons (4324)? Nous avons vu que la dernière hypothèse est susceptible d'une explication plus rationnelle, tandis que tout est anomalie dans l'autre; car la cinchonine opère comme la quinine; mais comment se fait-il alors que le principe actif du quinquina revête ainsi deux caractères opposés? La nature n'est pas si prodigue de créations inutiles. Voyez de plus ce que nous dirons de la salicine (4392).

4372. Mais la *morphine* est bien moins énergique que l'opium. Un à deux grains de celui-ci suffisent pour endormir, et quelques grains de plus peuvent donner la mort; tandis que, d'après des expériences récentes, un demi-gros, et même un gros d'acétate de morphine, qui est la combinaison la plus active de cette base, ne donne pas la mort, soit qu'il soit pris à l'intérieur, soit qu'on l'injecte dans les veines. La *narcotine*, qui accompagne la *morphine* dans l'opium, comme la *cinchonine* accompagne la *quinine* dans le quinquina, tue les chiens à la dose d'un demi-gros, et ne produit pas le moindre effet sur les hommes à la dose de quelques gros pris tous les jours. Son acétate ne produit aucun effet sur les chiens mêmes.

4373. Le sujet est donc tout à fait à reprendre sur de nouveaux errements, mais par des hommes qui n'aient pas à redouter l'influence des animosités scientifiques.

4374. Nous terminerons ces réflexions en signalant les propriétés des autres bases ci-dessus énumérées.

4375. La *strychnine*, et après elle la *brucine*, mais surtout leurs sels, agissent à la manière des poisons les plus violents; la mort s'ensuit souvent après quelques minutes de tétanos, qu'on les administre à l'intérieur ou qu'on les introduise dans le sang au moyen de flèches empoisonnées. On recommande, comme antidote, l'infusion de noix de galle et le thé, dont le tanin produit avec la base un sel insoluble. La *vératrine* produit les mêmes effets, administrée à haute dose; à petites doses, au contraire, elle produit le plus violent éternument, une abondante salivation; et, si on l'introduit dans l'estomac, elle donne lieu à des vomissements et à la diarrhée. $\frac{1}{11}$ de grain d'émétine suffit pour produire le vomissement. Enfin, les autres bases reproduisent plus ou moins les effets de la plante de laquelle on les tire.

(*) *Journal de pharmacie*, tom. X, pag. 577, 1834.

9° Applications à la médecine légale.

4376. Les alcaloïdes vénéneux ont fait naître des questions de toxicologie fort délicates. Ces substances sont-elles susceptibles d'être décomposées par l'action des viscères? et, dans le cas où elles seraient capables de résister à la propriété décomposante de ces organes, possédons-nous des réactifs propres à en constater la présence d'une manière évidente?

4377. Dans le procès si fameux de Castaing, la première question fut résolue *à priori* affirmativement; en sorte que la défense n'était plus en droit d'opposer à l'accusation qu'il n'y avait point de coupable, puisqu'il n'y avait pas de corps de délit; car les médecins appelés devant la loi déclaraient que, s'ils ne retrouvaient pas la morphine dans l'estomac de la victime, cette substance pouvait avoir été décomposée par l'estomac.

Huit ans plus tard, Orfila, qui avait fait partie de la commission médicale interrogée dans cette affaire, se livra à une série d'expériences dont les résultats lui parurent diamétralement opposés à sa première opinion; et il affirma qu'on peut retrouver des traces de morphine dans un cadavre qui se corrompt, et même dix-huit mois après la mort de la victime. Si Orfila avait émis cette opinion devant le tribunal, je suis convaincu, tant est grande la foi des jurés dans les assertions de la médecine légale, que la tête de Castaing eût été soustraite à l'échafaud! Mais les nouvelles expériences de l'auteur, publiées en 1828, ne sont rien moins que propres à autoriser les conclusions qu'en ont tirées Orfila et Lesueur.

En effet, au lieu d'empoisonner des animaux vivants et d'examiner plusieurs mois après l'état des cadavres, les auteurs s'étaient contentés d'emprisonner les poisons végétaux dans des boyaux de chien, avec ou sans mélange d'aliments ordinaires. Or il est facile de concevoir qu'au sein de ces substances inertes et sans vie, les poisons pourront se conserver longtemps sans être totalement décomposés. Mais en serait-il de même si le poison végétal avait été soumis à l'action digestive d'un animal vivant? c'est ce que ces sortes d'expériences étaient loin de permettre d'assurer, et c'est ce que j'opposais alors à la doctrine professée par Orfila (*). Ce travail était donc à recommencer de fond en comble. Il fallait quarante-huit heures pour décider la question; les auteurs ont employé dix-huit mois pour la laisser indécise (3629).

(*) Voyez *Journal général de médecine*, 1828.

4378. Quant à la seconde question, qui est relative à la valeur qu'on doit attacher aux réactions des alcaloïdes, il est évident que devant la loi on doit la considérer comme tout autant indécise que la première. Car, 1° rien ne démontre que les alcaloïdes soient des principes immédiats; et s'ils n'étaient que des mélanges, comme l'analogie porte à l'avancer (4325), qui oserait nier que le hasard soit capable d'en reproduire, de toutes pièces, de semblables sous tous les rapports de leur réaction? Nous connaissons à peine les caractères chimiques des sucs des 99 centièmes des végétaux qui nous entourent; nous connaissons encore moins les caractères illusoires qu'ils sont dans le cas de revêtir en se mélangeant; et nous oserons prononcer devant la loi que telle réaction indique exclusivement la présence de telle ou telle substance! 2° La présence des alcaloïdes, et de la morphine en particulier, se reconnaît, d'après les traités de toxicologie, aux caractères suivants: elle rougit par l'acide nitrique; elle bleuit par les sels de fer; elle est insoluble dans l'eau, et, d'après quelques auteurs, dans l'éther; elle est soluble dans l'alcool, précipitable par l'ammoniaque; elle verdit, comme le plus grand nombre des alcaloïdes, le sirop de violettes. Mais Bonastre a déjà fait voir, et nous avons vérifié combien la réunion de toutes ces réactions était trompeuse. En effet, la partie concrète de l'huile de girofle (3899) est blanche, cristallisable, insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool bouillant; elle bleuit par les sels de fer, rougit par l'acide nitrique, exactement comme la morphine; l'ammoniaque la précipite; et si elle avait séjourné dans l'ammoniaque, elle ne manquerait pas de donner des signes d'alcalinité. Or il n'est pas besoin de recourir à une réunion rare de circonstances, pour que le girofle se trouve dans l'estomac d'un cadavre supposé empoisonné; et voyez alors où conduiraient les réactifs invoqués au nom de la loi! Les caractères qui distinguent la brucine et la strychnine de la morphine sont trop peu déterminés pour que nous nous y arrêtions sérieusement.

4379. Ces raisons parurent sans doute péremptoires à l'école de pharmacie; car elle proposa pour prix la question de trouver des réactifs capables de faire distinguer la nature des alcaloïdes. La question resta encore sans solution, quoique abordée par deux concurrents. L'un d'entre eux proposait comme un excellent réactif l'inspection des cristallisations au microscope;



mais il ignorait alors que les sels ammoniacaux cristallisent de la manière la plus analogue aux alcaloïdes. Au reste, ces sortes de cristallisations varient dans leurs formes accessoires selon la quantité et la nature du menstrue, selon la pureté et l'impureté du sel ou de la base alcaloïde, selon la durée de l'évaporation, etc.; ainsi la narcotine cristallise dans l'eau (pl. 16, fig. 9, 12) tout autrement que dans l'alcool (fig. 11); dans ce dernier menstrue elle se forme en rosaces. On peut voir (*ibid.*, fig. 4) combien les cristallisations de la quinine par l'alcool se rapprochent des cristallisations de la narcotine par l'eau. Au reste, obtenus à l'état de la plus grande pureté, ces produits retiennent toujours, quoi qu'on fasse, une certaine quantité de sels souvent inorganiques, qui en altèrent, en modifient les formes cristallines, et souvent cristallisent à part. Ainsi, à côté de la narcotine, je trouvais les cristallisations (fig. 10) qui me paraissent appartenir au carbonate de soude, et en outre des taches violettes; et à côté de celles de la quinine (pl. 16, fig. 4) se montraient les lamelles (fig. 14) qui sont évidemment des cristallisations de sous-acétate de plomb.

4380. En résumé nous ne cesserons de répéter aux jurés des cours d'assises, les paroles que nous adressions en 1828 aux experts en médecine légale : « On est toujours à temps de désapprendre une erreur, on ne peut jamais plus réparer un témoignage légal entaché d'inexactitude. Le glaive de la loi ne revient pas en arrière, comme la conviction du chimiste expérimentateur. »

### *b*. ALCALOIDES D'ORIGINE ANIMALE.

4381. URÉE (4116). — L'urée est un produit de l'urine, qu'on a regardé dès le principe comme un principe immédiat, mais que, depuis surtout les expériences de Woehler (4046), on s'habitue à considérer comme une combinaison ammoniacale dont il ne s'agit plus que de déterminer les éléments. On l'obtient en concentrant, jusqu'à consistance sirupeuse, l'urine, ajoutant peu à peu au sirop son volume d'acide nitrique à 24°, agitant le mélange et le tenant plongé dans un bain de glace; lavant les cristaux de nitrate d'urée qui se précipitent, les redissolvant dans l'eau, que l'on décolore au charbon animal, ajoutant à la liqueur du carbonate de potasse, pour saturer l'acide nitrique; évaporant la liqueur à une douce chaleur, jusqu'à siccité; traitant le résidu par de l'alcool pur, concentrant l'alcool d'où l'urée se précipite. L'urée cristallise en aiguilles prismatiques; elle est incolore, sans odeur, sans action sur les papiers réactifs; entrant en fusion à 120°, se décomposant ensuite en ammoniaque et acide cyanurique (4053), puis en toutes les espèces de produits qui peuvent provenir d'une pareille composition (4050). L'urée a la propriété de faire cristalliser le sel marin en octaèdres, et le sel ammoniac en cubes (4312). Elle est soluble dans un poids d'eau moindre que le sien et dans la cinquième partie de son poids d'alcool; elle se décompose peu à peu dans l'eau exposée à l'air et à la température ordinaire. Les acides sulfurique, hydrochlorique, nitrique, en dégagent de l'acide carbonique par l'ébullition; à la température ordinaire, ils dissolvent l'urée, mais ne se neutralisent pas, et par évaporation on obtient des cristaux imprégnés de l'acide employé. Le chlore, à la température ordinaire, décompose l'huile en huile concrète, gaz acide carbonique, gaz azote, hydrochlorate et carbonate d'ammoniaque; à la température ordinaire, la potasse n'en dégage pas de l'ammoniaque; il n'en est pas de même lorsqu'on chauffe le mélange; il se dégage alors de l'ammoniaque et se forme un carbonate de potasse.

4382. Toutes ces données nous portent à penser que l'urée est, comme la narcotine, un mélange neutre ou un peu acide, d'un sel ammoniacal et d'une huile essentielle. Ce sel serait-il un carbonate ou un oxalate? et l'urée, outre ces principes, ne renfermerait-elle pas d'autres sels terreux? c'est ce qu'aucun expérimentateur n'a été sur la voie de vérifier.

4383. L'urée serait composée, d'après les analystes, de 20,2 de carbone, 6,6 d'hydrogène, 46,8 d'azote, 26,4 d'oxygène.

4384. L'étude de l'urine doit être poursuivie, en ne perdant jamais de vue la théorie des mélanges; la physiologie doit désespérer d'en tirer, autrement, la moindre indication utile à la pratique.

### β. *Alcaloïdes ou sels ammoniacaux, dont la potasse dégage de l'ammoniaque à la température ordinaire.*

4386. ASPARAGINE. — Substance cristalline que Vauquelin et Robiquet ont retirée du suc d'asperge, et qu'on a retrouvée ensuite dans les racines de guimauve, de réglisse, de grande consoude, dans la pomme de terre, les *ornithogalum*. On fait bouillir le suc d'asperge, on le défèque, on le concentre, et on l'expose ensuite à une évaporation spontanée pendant quinze à vingt jours,

pendant lesquels il se forme deux espèces de cristaux, les uns rhomboïdaux, durs et cassants, les autres aiguillés. On sépare ceux-ci, qui paraissent être de la mannite, de ceux-là qui forment l'*asparagine*, que l'on fait cristalliser de nouveau pour les purifier. Dans le suc de guimauve, il ne se forme que des cristaux rhomboïdaux.

4386. L'asparagine rougit faiblement la teinture de tournesol. Sa dissolution aqueuse n'est troublée ni par la noix de galle, ni par l'oxalate d'ammoniaque, ni par l'acétate de plomb, ni par le chlorure de barium. L'alcool anhydre et l'éther sont sans action sur elle. La potasse et les alcalis caustiques en dégagent de l'ammoniaque. L'aspagine se décompose, à la température ordinaire, en un sel ammoniacal, que les chimistes désignent sous le nom d'*asparmate d'ammoniaque*. L'asparagine est composée, dit-on, de 36,7 de carbone, 21,3 d'azote, 5,9 d'hydrogène, 36,1 d'oxygène.

4387. A-t-on bien étudié les cendres de l'asparagine? et l'analyse représente-t-elle tout l'azote qu'elle contient?

### B. *Alcaloïdes ou sels ammoniacaux produits de la distillation et de la sublimamation.*

4388. Nous désignons sous ce nom les substances, qu'en vertu du plus inconcevable abus de la nomenclature, Dumas a désignées comme des corps d'une nature particulière, par la terminaison *ide*. On les obtient, en sublimant un sel ammoniacal, ou en traitant par le gaz ammoniac sec les acides résineux et volatils. Ce sont des sels ammoniacaux anhydres.

4389. Oxamide. — On l'obtient, en distillant dans une cornue de l'oxalate d'ammoniaque; ce produit se sublime au col de la cornue, ou retombe en partie dans l'eau ammoniacale. C'est une substance grenue, micacée, peu soluble dans l'eau froide, soluble en faible quantité, dit-on, dans l'eau bouillante, dans l'alcool, dans l'éther. Exposée à une forte chaleur, elle dégage une odeur sensible d'acide cyanique. Chauffée avec une dissolution de potasse, elle se sépare en ammoniaque qui se dégage, et en oxalate de potasse. Sa composition élémentaire donne: 27,6 de carbone; 36,0 d'oxygène; 31,9 d'azote; 4,5 d'hydrogène.

4390. L'oxamide possédait un nom plus conforme à la nomenclature; c'est un simple pyroxalate d'ammoniaque ou oxalate anhydre; mais avec cette dénomination, elle aurait passé sans le moindre bruit.

4391. Benzamide. — C'est une substance que Wœhler et Liebig ont obtenue, en faisant passer du gaz ammoniac sec sur ce qu'ils appellent le *chlorure de benzoyle* (3915). La masse devient solide; on lave à l'eau froide, puis on traite le résidu par l'eau bouillante, d'où la benzamide se précipite par le refroidissement. Elle se compose de 69,7 de carbone; 13,0 d'oxygène; 11,5 d'azote et 5,7 d'hydrogène. C'est un pyrobenzoate d'ammoniaque.

### C. *Pseudalcaloïdes ou substances cristallines non azotées.*

4392. Ces substances sont des précipités résineux, mêlés aux divers principes que renferme la séve végétale d'où ils émanent; et c'est dans le premier moment de confusion et de vertige qu'avait amené le résultat de Sertuerner, qu'on a pu les classer dans la catégorie des alcaloïdes.

4393. Salicine.—La salicine s'obtient, en versant un petit excès de sous-acétate de plomb dans la décoction de l'écorce du tremble, filtrant la liqueur, précipitant le plomb par l'acide sulfurique, filtrant, faisant bouillir, et décolorant par le charbon animal, filtrant; la salicine cristallise par le refroidissement. On l'extrait encore des écorces du *salix helix*, de tous les autres saules, et de tous les peupliers cultivés en France.

4394. La salicine a la saveur de l'écorce de l'arbre; elle est amère; elle cristallise en particules nacrées; elle se dissout dans 20 parties d'eau froide; elle est plus soluble dans l'eau chaude; elle est soluble en toutes proportions dans l'alcool. L'éther et l'huile essentielle de térébenthine sont sans action sur elle. La salicine doit à son amertume (4338) d'être fébrifuge, comme l'écorce des saules; nous invitons les chimistes à soumettre aux procédés le suc du *chlora perfoliata* et du *chironia centaurium;* ils en retireront certainement une substance jouissant de propriétés chimiques et thérapeutiques analogues. La salicine se compose, d'après Gay-Lussac, de 55,491 de carbone, 36,325 d'oxygène, 8,184 d'hydrogène.

Nous ne sommes pas éloigné de croire que la salicine est redevable de sa solubilité dans l'eau à l'association de son principe résineux avec une certaine quantité de sucre. Soit, en effet, un mélange de trois parties de sucre et d'une partie

d'huile essentielle ou même fixe, nous aurons en nombres ronds (257) :

| | Carbone. | Oxyg. | Hydrog. |
|---|---|---|---|
| Sucre. . . | $44 \times 3 = 132$ | $50 \times 3 = 150$ | $6 \times 3 = 18$ |
| Huile essent. | 87 | | 13 |
| | 219 | 150 | 31 |
| Tot. ramené à 100. | $\frac{219}{4} = 54{,}75$ | $\frac{150}{4} = 37{,}50$ | $\frac{31}{4} = 7{,}75$ |

nombres bien voisins de ceux de l'analyse de la salicine.

4395. Les réactions de la salicine militent en faveur de cette opinion. Braconnot a vu que cette substance cristallise en prismes tétraèdres (3182) assez gros, durs, et craquant sous la dent. Elle ne se combine point avec les acides. L'acide sulfurique concentré communique, à la salicine, la *couleur pourpre*, que nous avons vue être le signe incontestable d'un mélange de sucre et d'huile (3167); cette couleur disparaît à mesure que l'acide sulfurique s'étend d'eau, ou se sature de l'humidité atmosphérique, précisément comme cela arrive, lorsqu'on laisse exposé à l'air un mélange d'albumine, de sucre et d'acide sulfurique, ou un mélange d'acide sulfurique, de sucre et d'huile. Braconnot, qui ignorait l'action de l'acide sulfurique sur un mélange d'huile et de sucre, avait cru voir, dans la réaction de l'acide sur la salicine, la présence d'une nouvelle substance colorante, qu'il proposa de nommer *rutiline*. Presque toute la nomenclature chimique en *ine* en est là (4337).

4396. Picrotoxine. — S'obtient de la *coque du Levant*, en concentrant le suc, triturant l'extrait avec la magnésie pure ou la baryte, le traitant par l'alcool absolu, décolorant par le charbon animal; on obtient la picrotoxine par le refroidissement : c'est une substance cristalline, amère, vénéneuse. D'après Pelletier et Couerbe, elle serait composée de 60,91 de carbone, 6,00 d'hydrogène, et 33,09 d'oxygène, nombres que l'on obtiendrait environ d'un mélange d'une portion d'huile essentielle, par exemple, et deux portions de sucre :

| | Carb. | Oxyg. | Hydrog. |
|---|---|---|---|
| Sucre. . . . | $44 \times 2 = 88$ | $50 \times 2 = 100$ | $6 \times 2 = 12$ |
| Huile. . . . . . . | 87 | | 13 |
| | 175 | 100 | 25 |
| Total en 100. . . | $\frac{175}{3} = 58{,}33$ | $\frac{100}{3} = 33{,}33$ | $\frac{25}{3} = 8{,}33$ |

4397. Colombine. — S'obtient en traitant la racine de columbo, par de l'alcool d'une densité de 0,835 ; abandonnant au repos, pendant quelques jours, la dissolution ; redissolvant les cristaux qui se forment dans l'alcool ; décolorant au charbon animal ; concentrant : la colombine se précipite spontanément. D'après Liebig, elle se compose de 66,36 de carbone, 27,47 d'oxygène, 6,17 d'hydrogène; nombres qu'il serait facile de retrouver, en analysant un mélange de deux parties d'huile essentielle ou résine et de deux parties de sucre.

4398. Olivile. — S'obtient de la gomme d'olivier, en épuisant la gomme par l'éther, puis le résidu par l'alcool absolu, qui ne dissout que l'olivile. D'après Pelletier, elle se composerait de 63,84 de carbone, de 27,10 d'oxygène, et de 9,06 d'hydrogène ; nombres qui se retrouveraient dans un mélange de parties égales d'huile et de sucre ou de gomme. On aurait, en effet, en employant les nombres élémentaires ci-dessus : carbone 65,5, oxygène 25, hydrogène 9,5.

## QUATRIÈME DIVISION.

### SELS OBTENUS PAR L'INCINÉRATION.

4399. Si l'analyse d'un suc par les procédés en grand est un véritable chaos, l'incinération d'un être organisé est quelque chose de pire dans sa spécialité; car, outre la confusion, il y a ici altération, et les sels qu'on obtient sont loin de représenter les sels qui existaient dans les organes vivants de l'individu qu'on analyse. Les sels à base terreuse et à acide végétal se transforment en carbonates et en oxydes; les hydrochlorates et nitrates d'ammoniaque disparaissent, ainsi que les sels ammoniacaux à acide végétal; de doubles décompositions s'opèrent; enfin la quantité des sels et des bases fixes est sensiblement diminuée et emportée, avec la fumée, par la force mécanique de la vapeur d'eau et par celle des autres gaz qui se dégagent. Aussi retrouve-t-on dans la suie un certain nombre des sels fixes de la plante. Ajoutez à cela que, quoi qu'on fasse, il reste toujours dans la cendre une assez grande quantité de charbon, qui n'a pu être brûlé par l'oxygène, et qui soustrait à l'analyse une partie des sels avec lesquels il reste combiné.

4400. Saussure et Berthier se sont occupés, chacun de leur côté, de l'incinération d'un certain nombre de plantes ; leurs résultats se rapprochent sans s'accorder pourtant dans tous les points ; les

différences qu'on y remarque étant inhérentes à la nature des procédés d'analyse qu'on emploie. Ce qui s'en déduit avec plus de certitude, c'est que l'écorce fournit plus de cendres que l'aubier, celui-ci que le bois; que les cendres des plantes herbacées et des feuilles se composent en majeure partie de sels alcalins à base de potasse et de soude, et ensuite de phosphates terreux; que les écorces, au contraire, contiennent en majeure partie du carbonate de chaux, fort peu de sels alcalins à base de potasse ou de soude, et encore moins de phosphates terreux; enfin que la paille de froment ne fournit presque, par l'incinération, que des silicates de potasse et de chaux, tandis que la graine ne donne presque que du phosphate de chaux et de magnésie. Les sels ammoniacaux que l'analyse a tant négligés, et qui, d'après nous, sont la base des tissus azotés (837), ont été éliminés par l'incinération.

4401. L'écorce n'est si abondante en carbonate de chaux que parce qu'elle ne renferme plus que des tissus desséchés, qui, d'après nous, se composent de carbone, d'eau et de bases; tandis que les tissus herbacés renferment les sucs séveux et les matières organiques, surtout la matière verte que nous avons appelée un *caméléon végétal* (4067), et qui est une combinaison de fer ou de manganèse avec la potasse.

4402. On retire en grand la potasse brute, en faisant évaporer les lessives des cendres de bois, qu'on pourrait remplacer, selon des auteurs modernes, par les cendres des fougères, des tiges et racines de tabac et des pommes de terre: on achève de les brûler et de les débarrasser du charbon qui les salit, en les calcinant dans des fours particuliers; la potasse prend alors le nom de *potasse calcinée*.

4403. La *soude* se retire des cendres des *salsola* et des *salicornia*, sur les côtes méridionales de France, d'Espagne et de Portugal, et des *varechs* ou *fucus* (1037**) en Hollande et sur les côtes septentrionales de la France. La première se nomme *soude barille*, et la seconde *soude varech*.

4404. On retire le phosphore, des os, qui sont composés de 76,5 de phosphate de chaux et de 20 de carbonate de la même base. On calcine au blanc et on pulvérise la masse; on en fait une bouillie avec de l'eau, on y verse les $\frac{3}{4}$ d'acide sulfurique; on lave à l'eau bouillante, on filtre; on mélange la masse sirupeuse obtenue par évaporation avec $\frac{1}{5}$ de charbon que l'on calcine jusqu'au rouge dans une bassine en fonte; l'on distille ensuite dans une cornue en grès bien lutée, et que l'on surveille avec le plus grand soin, pour luter toutes les fissures qui se forment.

4405. Le charbon n'est que le résidu de l'élimination des parties aqueuses des tissus, ainsi que des substances volatiles qu'ils renferment. Mais comme le carbone s'évaporerait en acide carbonique, en se combinant avec l'oxygène de l'air, il s'ensuit qu'on obtient d'autant plus de charbon que l'on soustrait le mieux la masse à l'action de l'air atmosphérique, tout en la soumettant à l'action de la chaleur. Toute la théorie de la carbonisation et des procédés du charbonnier est basée sur ce principe, et c'est dans ce but qu'il construit des tas coniques et serrés de bûches, qu'il a soin de recouvrir de terre, et dans l'intérieur desquels il ne ménage qu'un canal étroit, pour alimenter le feu et donner issue à la fumée (*).

4406. Dans le cours de l'étude philosophique des phénomènes dont cette dernière partie de l'ouvrage a été l'objet, il se présentera une circonstance à laquelle les auteurs classiques ont vainement tâché de répondre. La potasse et la soude abondent, comme nous l'avons vu (4400), dans les tissus jeunes et herbacés; et pourtant des arbres croissent et deviennent gigantesques dans des terrains où la potasse se trouve en quantité minime, et même dans les fentes de roches calcaires qui n'en offrent pas la moindre trace. Où donc ces arbres ont-ils puisé leur alcali ? La potasse ne serait-elle pas un produit de la végétation, produit aussi indécomposable par nos moyens actuels d'analyse que le charbon est infusible, et

(*) Lorsqu'on cherche à incinérer certaines substances dites animales, on éprouve une grande difficulté qui résulte d'un phénomène entièrement mécanique. L'acide phosphorique provenant, soit de la décomposition des phosphates par le charbon (1784), soit de la décomposition des phosphates ammoniacaux par l'action de la chaleur (837), soit même de l'oxygénation du phosphore qui peut se trouver à l'état libre dans les tissus vivants: cet acide phosphorique recouvre le charbon, le protége ainsi contre l'action de l'oxygène; en sorte que la masse spongieuse carbonisée se conserverait indéfiniment sous cette forme, si on n'avait soin d'enlever l'acide phosphorique par des lavages, à mesure qu'il s'en forme de nouveau. On pourrait parvenir au même résultat, en triturant à plusieurs reprises. Lorsqu'on n'a qu'une faible quantité de substance à examiner, il faut prendre garde que le courant d'air atmosphérique ou de gaz oxygène n'en entraîne violemment des quantités considérables; il vaut mieux exposer tour à tour la masse au feu et à l'air, jusqu'à incinération complète.

que le carbone cristallisé en diamant refuse de se reproduire artificiellement ? Ne peut-il pas arriver que des principes gazeux se rencontrent dans un état tel d'association, que le résultat de leur combinaison soit inaltérable par nos procédés ? C'est ce que la chimie actuelle est hors d'état de démontrer ou de réfuter. Cependant l'opinion classique est celle qui nous paraît la moins rationnelle.

4407. Les sels ne sont pas décomposés uniquement par l'action de la chaleur; les substances organiques paraissent produire des résultats analogues, sous l'influence d'une lente désorganisation.

4408. Nous avons déjà vu un exemple de ces sorte de décomposition par l'action de l'albumine sur le sel marin (1523); il est certain que dans la nature elles ont lieu sur une vaste échelle ; c'est encore pour la nouvelle méthode un grand objet d'investigations. C'est par là que nous pouvons espérer de parvenir à analyser avec précision les phénomènes compliqués qui se passent dans le laboratoire de la digestion et des excrétions, dans les fonctions des racines des plantes, dans la décomposition spontanée des débris organisés. La marche à suivre dans ces recherches ne doit consister qu'à observer les produits du mélange, après les avoir rapprochés de toutes pièces, deux à deux, trois à trois, et ainsi de suite.

4409. Vogel a eu l'occasion de remarquer que la glycyrhizine (*suc de réglisse*, 3259) décompose le sulfate de soude et celui de chaux en hydrogène sulfuré; décomposition qui est très-intense au bout de la deuxième année.

—

## COROLLAIRE

### RELATIF A L'ÉTUDE MICROSCOPIQUE DES SELS.

4410. Plus la quantité de la substance d'essai est petite, plus il est nécessaire de redoubler de vigilance et d'attention pour apprécier les résultats, et de logique pour en tirer une conséquence. De là vient que je ne sache pas d'analyse qui demande plus de temps qu'une analyse microscopique ; et l'on ne saurait s'imaginer, avant de l'avoir vérifié par soi-même, par quelle filière de raisonnements, d'inductions, de tâtonnements, d'essais, de preuves et de contre-épreuves, a passé le résultat, qui, dans les analyses microscopiques de ce livre, se trouve exprimé par une phrase de quatre ou cinq mots.

4411. Notre exemple a trouvé sans doute quelques imitateurs ; mais ce n'est pas dans le nombre de ceux qui se sont rués, par ordre officiel, sur un genre d'étude dont la faveur publique seule a fait le succès, en dépit de tout le mauvais vouloir des corps salariés par l'État. Il est déplorable de voir avec quelle légèreté d'esprit et quelle insouciance d'exécution procèdent, je ne dirai pas à l'observation, mais à la rédaction d'un semblant d'observation, ces solliciteurs de rapports favorables, dont la presse quotidienne enregistre, avec tant d'incompétence, les palinodies hebdomadaires. Il est déplorable qu'on fasse entrer de pareilles insultes à la science, au nombre des moyens qui ne sont rien moins que scientifiques ; et nous ne saurions trop appeler l'attention des contribuables sur l'emploi de l'argent à de pareilles manœuvres. Ce que nous avons à dire dans ce corollaire ne saurait donc s'adresser à ce genre d'observateurs, que l'on pourrait désigner sous le nom d'observateurs à distance et par délégation, mais seulement à ces hommes de bonne foi, qui poursuivent un sujet avec patience, l'observent sous tous les jours, et ne consentent à publier leurs résultats que sous les inspirations de l'évidence.

4412. L'analyse microscopique des sels n'exclut pas l'analyse en grand; bien au contraire, elles doivent s'éclairer réciproquement l'une l'autre, toutes les fois que cela est possible ; mais elles ne doivent jamais être la répétition brute et servile l'une de l'autre ; si l'une a prouvé une chose évidemment, il est inutile sans doute que l'autre cherche à le prouver à son tour. Aujourd'hui, en chimie organique, l'analyse en grand est un moyen, l'analyse microscopique est, pour ainsi dire, le but ; l'analyse en grand prépare la voie et éclaire la route, l'analyse microscopique conduit au terme ; et c'est elle qui est appelée à expliquer les anomalies et à servir de lien entre la chimie et la physiologie ; car c'est à elle à indiquer la place qu'occupe, dans l'organisation, la substance dont la chimie en grand n'avait fait que constater la nature.

4413. Mais pour constater la place d'un infiniment petit dans un organe infiniment petit, il faut nécessairement recommencer, sur un espace infiniment petit, toute la série d'opérations qui ont amené le résultat en grand ; et à ces opérations, il sera nécessaire d'en ajouter autant d'autres que l'indiquera la logique et la nature du sujet.

4414. La forme des cristaux ne saurait jamais, à elle seule, permettre de décider de la nature des sels. Rien n'est plus variable en effet que le caractère cristallographique, selon le genre de milieu dans lequel le cristal s'est formé (3182); c'est une présomption dont il faut tenir compte; c'est un accident qui met souvent l'esprit sur la voie; ce n'est point un signe infaillible; et l'on tomberait dans les plus graves erreurs, si, après avoir étudié les cristaux obtenus par l'analyse en grand, on se contentait de constater l'analogie et même la ressemblance des formes d'un cristal observé au microscope, pour affirmer que le cristal microscopique appartient au même ordre de substances que le cristal observé en grand; il faut, avant de se prononcer, avoir fait l'analyse la plus complète du cristal observé sur le porte-objet; il faut ensuite reproduire de toutes pièces la cristallisation observée, en replaçant, dans les mêmes circonstances, la substance à laquelle on présume qu'elle appartient.

4415. Nous avons dit depuis longtemps que c'est l'étude microscopique des sels des substances organiques, qui amènera tôt ou tard à la solution des problèmes physiologiques, sur la différence des liquides et sur les fonctions diverses des tissus. Mais ce sujet, si petit qu'il paraisse, est le plus profond que l'on puisse aborder. Étude limitrophe de la chimie organique et de la chimie inorganique, c'est là que se rencontre, pour ainsi dire, le joint par où la loi de l'organisation est abordable; c'est là que se cache le grand mystère de la physiologie; et c'est de ce pli de sa robe sacrée, que la nature jette à chaque instant sur la terre, comme un défi porté à l'intelligence des mortels, l'espérance et la crainte, la paix et la guerre, la vie et la mort, enveloppées à la fois dans la même énigme.

# TROISIÈME PARTIE.

## THÉORIE ORGANIQUE,

OU

## CHIMIE RATIONNELLE ET CONJECTURALE DES CORPS ORGANISÉS (14).

4416. Dans la deuxième partie de cet ouvrage, nous avons étudié les produits de l'organisation sous le simple rapport chimique ; nous avons cherché à constater leurs caractères extérieurs, leurs réactions réciproques, le nombre des éléments indécomposables qui rentrent dans la composition de chacun d'eux ; genre d'étude qui suppose ces corps extraits des organes qui les élaborent, ou isolés par des procédés artificiels, et qui amène à des résultats bruts et matériels, que l'on classe bien plus aisément qu'on ne les coordonne; que l'on décrit bien plus aisément qu'on ne les définit, S'arrêter à ce point, ce serait s'éloigner de la loi qui est le but de la science ; c'est à la théorie à rassembler ces détails isolés, ces membres épars, et à leur rendre la vie par la pensée, en retrouvant le type qui a servi, pour ainsi dire, de matrice à leur création. C'est là le point de vue sous lequel nous aurons à les envisager dans cette troisième partie.

4417. Les substances organisatrices ou organisantes ne se forment rien moins qu'à la manière des combinaisons inorganiques ; la résine, l'huile, la gomme, ne sont point le résultat du simple contact du carbone, de l'oxygène et de l'hydrogène ; tandis que pour obtenir du sulfate de chaux, par exemple, il suffit de mettre en contact l'acide sulfurique, étendu d'eau, et la chaux. Les substances organisantes et organisatrices sont le produit des êtres organisés ; elles émanent de la loi de l'organisation.

4418. L'anatomie microscopique nous a révélé que chacune d'elles se trouvait emprisonnée, pure ou mélangée, dans le sein d'un organe vésiculaire, imperforé, et qui, sous quelque forme que son développement se soit effectué, est un des éléments du tissu organisé. La gomme (3099), l'huile grasse (3719), la résine (3919), l'*aura seminalis* (1435), nous les avons rencontrées incluses respectivement dans une cellule.

4419. Mais cette cellule ne les possède pas, à tous les âges de son développement, avec les caractères qui les distinguent dans nos classifications systématiques. Telle cellule qui, plus tard, doit être riche en sucre, n'est d'abord grosse que de sucs âcres et acides, gommeux ou résineux ; et, à cette époque, le sucre ne se rencontre nulle part dans le tissu organisé, ou autour de la cellule qui nous occupe. Le sucre est donc élaboré par la cellule elle-même aux dépens des matériaux qu'elle recèle ; et ceux-ci sont également élaborés aux dépens de matériaux préexistants, et ainsi de suite.

4420. Or cette progression d'élaboration marche parallèlement avec la progression du développement; et l'on remarque que la cellule est d'autant plus voisine de la dimension à laquelle elle doit s'arrêter, que la substance élaborée est plus près de sa complète transformation ; en sorte qu'en remontant par la pensée, et en prenant cette progression à rebours, on arrive à ce résultat, qu'à une époque quelconque de son existence, la cellule la plus gigantesque n'était qu'un globule incommensurable à nos moyens actuels d'observation, et se confondait, comme une molécule liquide, avec le liquide dont se trouvait remplie la cellule première en date, dans le sein de laquelle l'anatomie constate qu'elle est incluse à son tour.

4421. Nous avons établi que la paroi de toute cellule résulte d'une association intime d'une base inorganique d'un côté (4228), et de la molécule organique de l'autre (833), et que la molécule organique, à son tour, résultait de l'association

du carbone et de l'eau (3897). La molécule organique a précédé la cellule organisée ligneuse ou albumineuse; mais, en se formant, elle a pris la forme sphérique; le carbone et l'eau ne cristallisent pas autrement. La cristallisation organique est une sphère, dont la propriété n'a plus aucun rapport avec la cristallisation angulaire, et constitue, à elle seule, un règne à part, le règne de la vie végétale et animale. La sphère organique est un cristal qui aspire les gaz pour les transformer en liquides, et ceux-ci en organes internes; elle engendre pour croître; et elle croît à l'intérieur et par intussusception, au lieu de croître à l'extérieur et par de successives juxtapositions.

4422. Prenons la molécule organique à l'instant de sa formation, et réduite encore à sa plus simple expression chimique; elle résulte d'une association intime de l'hydrogène avec six fois son poids de carbone; observons-la : elle est liquide et oléagineuse; dans l'eau et dans l'alcool, elle prend la forme sphérique,. toutes les fois qu'elle s'y trouve en suspension; et cette forme se reproduit, à quelque degré que l'on pousse la subdivision de la molécule. Le noyau de cette sphère est toujours une sphère. — Mais cette molécule jouit déjà de la faculté (3727) d'aspiration; elle absorbe les gaz qui lui font atmosphère; placée dans l'air atmosphérique, elle absorbe surtout l'oxygène dans une progression constante, jusqu'à ce que la quantité absorbée soit telle, que la molécule puisse être représentée par une portion de carbone et une portion d'eau. A cette époque, la molécule prend les caractères et les propriétés de la molécule organisatrice, de la gomme, supposée à son plus grand état de pureté. Cette molécule, ainsi que toutes les molécules liquides, prend la forme sphérique, toutes les fois qu'elle se trouve en suspension dans un liquide. Elle continue à absorber les gaz atmosphériques; mais en même temps elle tend à se combiner de jour en jour avec des bases inorganiques; et une fois que cette combinaison est devenue intime, la sphère se compose : 1° d'une enveloppe vésiculaire perméable à certains gaz et à certains liquides, susceptible de se développer et de croître; et 2° d'un liquide qui continue à s'organiser dans son sein. Cette enveloppe vésiculaire résulte de la combinaison de la superficie de la sphère : 1° avec l'ammoniaque, 2° avec la chaux, 3° avec la potasse, 4° avec la soude, 5° avec le fer, 6° avec la silice, et probablement, en quelques cas exceptionnels, avec d'autres espèces de bases. Dans la première catégorie, la vésicule est glutineuse ou albumineuse; dans les autres, elle est rigide, cassante et ligneuse. La vésicule est alors un organe doué de vie et de la faculté de se reproduire à l'infini, en organisant, d'après son type, le liquide qui la remplit et l'anime.

4423. Nous avons trouvé le moyen d'obtenir ainsi à part, et isolée de ses congénères, comme un tout indépendant, la vésicule organisée. L'amidon, parmi les végétaux (896), et le globule adipeux dans les animaux (1481), ont transformé, sous nos yeux, cette théorie en une réalité incontestable; et dans ces deux ordres d'infiniment petits, nous avons vu se résumer le type du monde organisé. En effet, nous avons constaté que chacun de ces globules croît et agrandit son périmètre parallèlement à l'accroissement de l'individu, dont il forme l'une des innombrables fractions. Mais à mesure que ses dimensions nous permettaient de lire dans son intérieur, nous avons eu les indices les plus évidents de la formation progressive de vésicules secondaires, dans le sein de la vésicule principale; la vésicule se reproduisait par le même mécanisme qu'el'avait produite l'organe vésiculaire qui la renferme. Mais en même temps nous avons reconnu, ce qu'indiquait déjà hautement l'analogie, que chacune de ces vésicules tient à tous les âges, par un point de la surface, par un *hile*, à la paroi de la vésicule qui la contient et qui lui a donné naissance, comme l'ovule végétal tient par un *hile* à la paroi de l'ovaire, et comme l'embryon animal ou végétal tient, par un cordon ombilical, à la paroi de l'amnios ou du périsperme qui l'enveloppe. Nous avons là les premiers termes de la progression qui constitue la loi du développement; il ne s'agit plus que de la continuer d'une manière rigoureuse. Nous avons déjà appliqué la démonstration au règne végétal, dans le *Nouveau système de physiologie végétale et de botanique*, dont elle occupe le premier quart. Nous n'aurons à l'appliquer, dans cet ouvrage, qu'au règne animal, d'une manière succincte; les bornes et la nature de cet ouvrage ne nous permettant pas de l'appuyer de figures aussi nombreuses, que dans un traité *ex professo* de physiologie animale.

4424. Soit une vésicule isolée A, fig. 1, pl. 20, appartenant au tissu adipeux (1486). Nous avons constaté qu'elle est susceptible de croître indéfiniment, et que, par conséquent, avant d'arriver à la dimension qu'elle possède à l'instant de l'observation, elle a passé graduellement par

toutes les dimensions inférieures, depuis la dimension la moins commensurable, la dimension du globule qui se confond avec le liquide ambiant; et qu'ainsi, en suivant par les deux bouts la progression de son développement, on arrive également, par la pensée, et à un infiniment petit qui en est l'*alpha*, et à un infiniment grand qui en serait l'*oméga*, si les circonstances de la constitution atmosphérique actuelle permettaient jamais de l'atteindre.

4425. Observons la même cellule (A), incluse encore dans la cellule maternelle (B) (fig. 2), à la paroi de laquelle elle tient par son *hile*; si, par la pensée, nous redescendons en suivant la progression de son développement, nous arriverons à nous représenter chaque globule A comme incrusté dans la paroi de la cellule maternelle B, et, en définitive, comme formant un élément globulaire du tissu de la cellule qui devait l'engendrer.

4426. Mais alors il faut admettre, de toute nécessité, que la paroi (qui est homogène) de la cellule maternelle se compose de globules de même nature et de même aptitude au développement; car, lorsqu'on a trouvé un des éléments constitutifs d'une substance homogène, on les a tous trouvés. Nous pouvons donc concevoir une cellule comme formée, et pour ainsi dire pavée par des globules se touchant tous par six points de leur équateur, et dont l'axe se confond avec le rayon de la sphère dont leur réunion dessine l'enveloppe (fig. 3).

4427. Ces globules sont tous égaux, tous doués d'une égale aptitude au développement. Et pourtant il arrive que tous ne se développent pas. Il faut donc que, pour se développer, ils reçoivent une impulsion étrangère et indépendante de leur structure intime et de leurs fonctions propres, impulsion qui, par suite d'une circonstance qu'il s'agit d'évaluer, est dans le cas d'arriver aux uns et de dépasser les autres.

4428. Nous avons trouvé, sur certains organes, que les globules privilégiés se développaient dans le sein de la cellule maternelle, avec une certaine constance dans la symétrie, qui nous sert de caractère spécifique et distinctif. Ainsi tel grain de pollen (1402) est toujours trigone, et porte à chaque angle une vésicule; tel autre est toujours hérissé de papilles rangées en spirale; tel autre est toujours bigéminé, etc. Il faut donc que la cause, qui imprime l'impulsion du développement, suive dans sa marche un ordre constant, régulier, et variable dans ses effets par une simple modification de son type; une cause unique ne varie pas autrement.

4429. Cette cause ne saurait être ni extérieure à la cellule mère, puisqu'elle doit agir sur ses parois; ni sous forme liquide ou gazeuse, car sous cette forme elle agirait sur tous les globules à la fois de la paroi qui la recèle.

4430. En recherchant le mécanisme de cette cause dans le règne végétal (*), nous avons eu le bonheur de la voir se traduire en un fait d'observavation, d'une admirable simplicité. Nous avons vu, en effet, que dans toute cellule susceptible de développement, il se formait un nombre variable de petits cylindres, qui glissent, pour ainsi dire, contre les parois, en décrivant un nombre de spirales d'autant plus grand que la cellule s'allonge davantage; et que la vésicule mère reste stérile, tant qu'elle ne possède qu'une de ces spires, ou un plus grand nombre, mais marchant toutes dans la même direction. Que si au contraire l'une des spires prend sa direction à droite et l'autre à gauche, elles s'accouplent là où elles se croisent; et, au point d'intersection, naît un rudiment d'un organe quelconque, un globule. Soit, en effet, la cellule cylindrique (fig. 4 *a*, pl. 20); s'il se développe dans son sein deux spires, l'une (*b*) allant de gauche à droite, et l'autre (*c*) allant de droite à gauche, elles se rencontreront évidemment en (*d*), et de leur accouplement résultera la formation d'un globule. Les deux spires continuant leur route, viendront évidemment se rencontrer sur la paroi opposée du cylindre, pour y déterminer, par leur accouplement, la formation d'un second organe (*c*), qui se trouvera alterner avec le premier (*d*), et ainsi de suite, tant qu'il sera permis aux deux spires de s'étendre et de se rencontrer. Une fois cette loi reconnue, il nous a été facile de démontrer que la symétrie des organes en découlait, dans quelque disposition qu'ils se manifestent à nos regards; les différences dans la disposition ne provenant que du nombre de paires de spires qui se développent dans le sein de la cellule maternelle, et de la vitesse dont chaque spire est animée dans son mouvement de reptation.

4431. Mais dans la cellule animale (1569) nous avons retrouvé la présence du même système spiral (pl. 18, fig. 13, 15, 16, 18). L'analogie nous indique que dans la cellule animale qui fonctionne

(*) *Nouveau système de physiologie végétale et de botanique*, §716.

en tout point et se développe comme la cellule végétale, la spire joue le même rôle, qu'elle y est la cause efficiente de la symétrie des formations organisées, et l'agent générateur des organes rudimentaires; en un mot que le mystère de la fécondation s'y accomplit à chaque rencontre de deux spires de direction contraire, et que le mystère de la génération s'opère sur chaque globule élémentaire, qui se trouve à la hauteur du point de rencontre des deux spires, et peut s'imprégner de leurs baisers.

4432. Chacune de ces spires ne nous paraît simple que par son exiguïté; mais l'analogie indique suffisamment qu'elles jouissent de la structure vésiculaire des cellules allongées, que l'on a si longtemps désignées, dans les plantes, sous le nom impropre de vaisseaux. Or nous voyons ces prétendus vaisseaux, remplis de matière colorante, s'aboucher partout où ils se rencontrent, et produire, par leurs accouplements, ces anastomoses saillantes qui forment les nervures et le réseau des feuilles. Chez les animaux nous retrouvons l'analogue de cet appareil dans le système nerveux, dont les prolongements organisés sur le type des cellules allongées, s'accouplent aussi à leur rencontre et produisent des anastomoses et un ganglion à leur point d'accouplement. Chez les végétaux, nul développement n'a lieu qu'à la rencontre de deux nervures au moins; chez les animaux, nul développement n'a lieu qu'à la rencontre de deux prolongements nerveux. De même que, dans tout organe végétal, il existe un centre nerveux, une nervure allongée qui est le point de départ de tous les développements, la pierre angulaire de la charpente, le centre générateur de toute la symétrie; de même, chez les animaux, nous découvrons, dans la masse encéphalique et son prolongement spinal plus ou moins développé, la nervure médiane de l'individu, le centre primitif et préexistant de tout développement organisé; et ce qui rend l'analogie encore plus piquante, c'est que la spiralité de la structure de ses éléments se manifeste par l'entrecroisement apparent des fibres de sa substance, et surtout par l'alternance de l'action de ses diverses parties; l'affection, par exemple, du lobe gauche du cerveau ou du cervelet se reportant sur le côté droit du corps, et *vice versâ*, résultat que la spiralité dans la structure explique avec un rare bonheur. Nous avons donc retrouvé, dans la cellule animale, tous les éléments organisateurs de la cellule végétale; et la théorie spirovésiculaire est également susceptible de s'appliquer à l'un et à l'autre règne. Poursuivons cette application dans le règne animal.

4433. Soit donc une vésicule organisée et douée de vitalité, possédant et des parois globulaires (*a*, fig. 5, pl. 20), et sa nervure médiane (*b*) munie de ses spires. En variant le nombre et la vitesse de ces spires génératrices, nous allons esquisser les formes principales de l'échelle zoologique.

4434. Si, en effet, il arrive qu'une seule spire se développe dans l'appareil central, la vésicule restera stérile, alors même qu'elle recevrait le bienfait de l'impulsion vitale, dans toute sa plénitude; rien en effet ne se féconde avec soi-même.

4435. Mais dès qu'il s'en formera deux de direction contraire, le développement deviendra possible. Il suffira, pour qu'il s'effectue, que les deux spires s'avancent assez, en glissant contre les parois, pour arriver à se rencontrer, à s'accoupler. Le développement sera indéfini et sur le même type, si les spires continuent indéfiniment leur marche, animées respectivement de leur vitesse primitive. La symétrie des organes qui rentreront dans la structure de l'individu, résultera de l'égalité ou de l'inégalité de vitesse des spires de nom contraire, et ensuite du nombre des paires de spires qui se seront développées dans le sein du cylindre lequel sert, pour ainsi dire, de matrice à cette indéfinie création. Afin de se représenter d'une manière plus sensible, et pour ainsi dire en relief, les combinaisons de la théorie, nous invitons le lecteur à se préparer un petit bâton cylindrique, à la base duquel il aura attaché un certain nombre de cordons ou de rubans de deux couleurs différentes, l'une des couleurs étant affectée à la direction des spires de droite à gauche, et l'autre à la direction des spires de gauche à droite.

4436. Si les deux spires génératrices sont animées d'une inégale vitesse, les divers points d'accouplement se trouveront sur une ligne spirale; et le nombre des organes déterminés par ces accouplements sera en raison du nombre de tours que décrira l'une des spires, pendant que l'autre en décrira un seul. Dans ce cas, la vésicule (fig. 5, pl. 20) se développera d'après le type spiralé; ses organes extérieurs se dessineront en spirale; tel est chez les végétaux le type des chatons et cônes, et chez les animaux celui de l'hydre verte et de la plupart des polypes (tels que les alcyonelles, le corail, les madrépores, les oursins du genre *Cidaris*, etc.).

4137. Que si les spires de nom contraire marchent avec une égale vitesse, les points d'accouplement ayant lieu sur les deux points opposés du plan qui se confondrait avec l'axe du cylindre générateur, les organes qui en émaneront se trouveront dans une disposition alterne. Ce sera le type des polypiers articulés et flabelliformes, etc.

4138. Mais qu'il se développe, dans le sein du cylindre générateur (*b*, fig. 5, pl. 20), deux paires de spires de nom contraire, et animées de la même vitesse, les points d'accouplement se trouveront rangés sur quatre lignes longitudinales opposées deux à deux à angle droit; mais d'une manière opposée-croisée; c'est-à-dire que deux points d'accouplement se trouveront à l'extrémité d'une ligne horizontale passant à angle droit par l'axe du cylindre, et les deux autres points se trouvant à l'extrémité d'une ligne horizontale supérieure, passant également à angle droit par l'axe du cylindre, et coupant à angle droit le plan vertical de la ligne inférieure. Nous aurons alors le type des bivalves, dont les coquilles, le manteau et les branchies utérines (1926) entr'ouvertes coupent, à angle droit, le plan longitudinal qui se termine en arrière par la surface dorsale, et antérieurement par l'abdomen et par le pied rétractile : nous aurons de plus le type général des vertébrés, chez lesquels l'opposition croisée se reproduit admirablement, non-seulement sur l'enveloppe osseuse, sur l'incrustation calcaire du cylindre nerveux et générateur, c'est-à-dire sur les pièces articulées du canal osseux de l'épine dorsale; mais encore sur toute la charpente du tronc, et ensuite par la disposition et le nombre symétrique des lobes encéphaliques, des prolongements qui en émanent, et des appendices extérieurs qui prennent plus tard la destination de membres locomoteurs.

4139. En effet, admettons l'existence de deux paires de spires dans le sein du cylindre générateur (*a*, pl. 20, fig. 6); les développements qui émaneront de l'accouplement des spires affecteront la disposition que représente la tranche transversale du poisson (fig. 7), la disposition opposée-croisée; c'est-à-dire qu'une paire d'organes coupera à angle droit la paire suivante d'organes, et que les deux organes de la même paire seront situés en face l'un de l'autre, à l'extrémité d'une ligne qui couperait à angle droit l'axe longitudinal du corps. Il n'est pas un vertébré que l'on ne ramène sans effort à ce type, lequel est empreint spécialement sur chacune de leurs vertèbres; il est beaucoup d'animaux inférieurs qui n'en dévient qu'accidentellement; les univalves, qui n'ont réellement d'autre rapport que celui de la coquille avec les bivalves (1812), sont formés d'après cette disposition sur toute la partie antérieure du corps; la partie postérieure se développant d'après le type spiral, ainsi que l'indique suffisamment la coquille.

4140. Avec une vésicule douée de vitalité, on conçoit déjà combien il nous serait facile de construire par la pensée l'individu le plus gigantesque, en ne faisant que continuer, par de simples progressions de divers rapports, la loi si simple du développement vésiculaire. Mais la démonstration nous a toujours paru produire, sur l'auditoire de nos cours, une impression plus franche, en la commençant par le bout contraire, c'est-à-dire en redescendant de l'individu vers le point de son origine. Nous allons prendre pour sujet de la démonstration l'homme lui-même. Si nous cherchons à mesurer les proportions des diverses pièces de sa charpente, aux différents âges de la vie, nous pourrons obtenir des séries de termes, qui nous serviront à établir la progression du décroissement de chaque catégorie d'organes. Nous trouverons que les membres extérieurs décroissent plus vite en longueur que le tronc et la tête, et que les membres de l'arrière-train décroissent plus vite que ceux de l'avant-train; en sorte que lorsque le fœtus en est réduit à cinq millimètres de longueur, ses deux bras et ses deux jambes forment quatre petits tubercules à peine saillants aux deux extrémités du tronc (2043). Mais sans nous attacher à suivre rigoureusement ces calculs sur chaque membre en particulier, et à établir des séries superposées; pour la facilité de l'intelligence, faisons décroître, par les mêmes rapports, tout le système ensemble. Soit l'homme accompli et atteignant la taille de 175 centim.; la tête ayant en longueur 30 centimètres, le cou 12 centim., le tronc 50 centim., les jambes 73 centim. et les bras 64. Lorsque l'individu total sera réduit de moitié=87 centim., le tronc aura 25 centim., le cou 6, la tête 15, les jambes 36 et les bras 32. Lorsque l'individu sera réduit au 10e de la taille adulte = 17 centim., 5, la tête n'aura déjà plus que 3 centim., le tronc 5, le cou 1, les jambes 7 et les bras 6. Lorsque l'individu sera réduit au 100e de sa taille adulte, c'est-à-dire à 1 centim., 75, la tête n'aura déjà plus que 3 millim., le tronc que 5 millim., le cou que 1 millim., les jambes que 7 millim., et les bras que 6 millim. (fig. 8, pl. 20). Mais si à

cette époque le tronc et la tête restent stationnaires, et que les jambes et les bras seuls suivent leur progression, il arrivera que, lorsque l'individu sera réduit à une longueur totale de 5 millim., les jambes et les bras pourront bien n'avoir que 1 millim. chacun de diamètre; ils formeront quatre petits moignons innominés, aux quatre coins de la molécule informe à nos yeux, mais toute formée en elle-même (fig. 9). Lorsqu'enfin l'individu total sera considéré réduit à la dimension réelle d'un millim., il apparaîtra comme une vésicule à peine appréciable; au microscope il nous laissera lire son organisation à travers la transparence des tissus, et cette organisation au grossissement de 100 fois seulement, redeviendra tout un monde à nos yeux, chaque organe interne affectant encore des dimensions appréciables à ce grossissement. Mais à mesure que l'individu continuera à décroître, il semblera se simplifier, par cela seul que ses éléments échapperont à nos moyens d'ampliation. Et lorsqu'il n'aura plus qu'un 10e de millim. (fig. 10), qu'il ne sera pas plus gros que le plus gros grain de fécule (1036), il n'offrira plus à nos yeux que l'image d'une cellule remplie d'autres cellules (fig. 11, pl. 20). Et c'est par là que nous avons tous commencé, nous qui nous proclamons les rois de la création; ne soyons pas humiliés au souvenir de notre infiniment petite origine; soyons plutôt fiers de pouvoir l'envisager et la comprendre; privilége qui nous élève jusqu'à la face du Créateur, et pour ainsi dire jusqu'à son point de vue.

4441. Si nous soumettons au même calcul de décroissement, l'un quelconque des autres êtres de la création organisée; de dégradation en dégradation dans les dimensions, nous arriverons à les amener tous à la dimension et à la forme du globule le plus simple et le plus incommensurable; et tous égaux entre eux par la taille, la forme, et l'inertie; tous attendant qu'une impulsion vienne féconder leur aptitude, pour prendre leur essor dans les airs, pour entrer dans la route que Dieu leur a tracée en sillons de feu, pour développer les formes qu'ils recèlent en germes, et s'animer de la vie que leurs parents ont déposée dans leur sein; comme si, de son haleine toute-puissante, Dieu n'avait qu'à souffler sur le même globule, pour le transformer en homme ou en ciron, et qu'à dire à tous ces êtres divers émanés du même moule : «*Allez, et propagez-vous, en obéissant chacun à la loi qui vient de vous faire naître, et de graver en vous tous autant de caractères distincts et désormais héréditaires.*»

4442. Appliquons enfin la série de ces décroissements à chacun des organes et des membres extérieurs de notre corps, nous parviendrons à retrouver, à une certaine époque, à nos différents entre-nœuds locomoteurs, la forme et tout l'aspect d'une cellule du tissu cellulaire. Nous verrons l'entre-nœud *humérus* ajouté bout à bout à l'entre-nœud *cubitus*, et celui-ci à l'entre-nœud *carpien*, comme deux longues vésicules confervoïdes terminées par un amas de globules disposés en spirale, et dont chacun plus tard doit s'élever à la forme et à la dimension d'un osselet du carpe, du métacarpe et des phalanges. De même, les deux entre-nœuds *fémur* et *tibia*, terminés par la spire des globules qui plus tard doivent se transformer, par la simple progression du développement, en os du *tarse*, du *métatarse* et des phalanges; et une fois arrivés à ce point de leur histoire, une fois leur identité de structure avec la cellule en général constatée, la chimie organique reprendra le sujet, pour nous conduire jusqu'à l'origine du globule élémentaire (830).

4443. Mais cet homme, observé à la taille d'embryon, tient par un *hile* (cordon ombilical) à une vésicule enveloppante, de même que chacune des cellules internes qui sont appelées à fonctionner un jour comme autant d'organes distincts, tiennent, par un hile, à la cellule générale qui les enveloppe. L'embryon est alors une cellule incluse dans une cellule; et celle-ci, à son tour, a commencé par tenir à la paroi d'une cellule close et enveloppante (*ovaire*), lequel ovaire formait primitivement une simple cellule sans nom de la vésicule maternelle; et ainsi de suite à l'infini; succession de créations qui se reproduisent en se répétant, et dont une seule peut être ainsi, non la dépositaire, mais la souche et la matrice d'innombrables générations successives. Tout être organisé enfin se forme par emboîtement; mais l'emboîtement qui suit ne préexistait point dans l'emboîtement qui précède, si ce n'est comme un simple globule élémentaire de ses parois.

4444. Lorsqu'on désirera peindre aux yeux les rapports de ces dégradations successives d'organes chez l'homme, on n'aura qu'à calquer au simple trait les organes superficiels d'une face de squelette, en ne perdant pas de vue l'origine cellulaire des uns et interstitielle des autres, telle que nous l'avons établie dans les articles spéciaux de cet ouvrage. Ainsi l'os est une cellule incrustée; le muscle, une cellule générale douée de contractilité; la glande adipeuse ou autre, une cellule tenant presque toujours par un hile visible

à la paroi de la cavité qui l'enveloppe et qui lui sert de cellule maternelle; les vaisseaux de la circulation, au contraire, si épaisses ou si minces que soient leurs parois, bien loin d'être des vaisseaux (*vasa*) dans la propriété de l'expression, ne sont au contraire que des interstices; des canaux formés par le dédoublement des parois cellulaires; les nerfs, rameaux indéfinis, émanés d'une souche commune, entre-nœuds plus ou moins déliés et d'une dimension souvent exagérée, sont à leur tour des cellules empâtées sur les cellules maternelles, et se glissant, comme par des interstices vasculaires, entre les cellules les plus exiguës du corps humain, pour y déterminer la formation et le développement de nouveaux organes cellulaires. Si ensuite, après s'être familiarisé avec ces analogies, on a la précaution de laver de diverses couleurs chacune des cellules que le dessin laisse visibles, et qu'on réduise progressivement cette charpente générale, en traçant des séries de la même figure, sur des proportions décroissantes poussées jusqu'à l'infiniment petit pour nos yeux; mais en ne perdant pas de vue que les membres extérieurs décroissent plus vite que le tronc; la conviction pénétrera dans l'esprit de l'observateur, par une évidence progressive et continue, sans qu'il puisse dire à quel terme de la progression elle s'est manifestée pour lui.

4445. On arrivera de la sorte à se figurer le tronc du corps humain comme divisé en deux grandes régions cellulaires: la supérieure, composée de deux grandes et vastes cellules formant les deux grandes cavités thorachiques; l'inférieure, composée aussi de deux grandes cellules redoublées et refoulées contre les parois, par le développement extraordinaire des circonvolutions intestinales. Les quatre membres externes apparaîtront composés d'abord chacun de deux énormes entre-nœuds ou cellules ajoutées bout à bout dans l'ordre alterne, chacun d'eux étant terminé par un nombre assez grand d'autres cellules tarsiennes et carpiennes disposées en une spirale dirigée du pouce vers le petit doigt; tendance à la spiralité, qui se manifeste déjà sur chacun des entre-nœuds inférieurs, par la torsion évidente de l'*humérus* et du *fémur*, et par l'espèce d'entre-croisement des *cubitus* et *radius* d'un côté, et des *tibia* et *péroné* de l'autre. En conséquence: 1° Le bras peut être considéré comme un grand entre-nœud animal analogue, par sa structure générale, à un entre-nœud végétal, et composé de dix cellules principales, l'une ossifiée (l'*humérus*), les neuf autres musculaires (*muscles deltoïde*, *sur-épineux*, *coraco-brachial*, *grand pectoral* par lequel l'entre-nœud s'empâte sur le thorax, *grand dorsal* par lequel il s'empâte sur la région dorsale, *biceps*, *grand rond* et *petit rond*, *long* et *court extenseur*), cellules musculaires qui, à leur tour, sont composées d'emboîtements cellulaires indéfinis, dont quelques-uns même, sans recourir à des idées théoriques d'un ordre plus élevé que les démonstrations anatomiques, pourraient être considérés comme tout autant de muscles distincts. 2° L'avant-bras est un entre-nœud composé de douze grandes cellules, deux ossifiées (le *cubitus* et le *radius*), et dix musculaires (*brachial interne* et *brachial externe*, qui viennent s'empâter sur la cellule ossifiée de l'*humérus*, quatre *extenseurs*, deux *pronateurs*, deux *supinateurs*). 3° La main se compose de cellules qui se disposent tout à coup en spirale sur un plan, et qui, si l'on ne s'arrête qu'aux cellules ossifiées, s'élèvent au nombre de huit, dont cinq seulement donnent naissance à tout autant de prolongements articulés, composés, chacun à leur tour, de quatre cellules ajoutées bout à bout et mobiles; les huit formant le carpe; le premier rang des articulations des cinq prolongements formant le métacarpe, et les autres articulations les doigts. Si l'organe avait continué à se développer, et il n'aurait pu le faire que sur ce type, l'organe aurait été terminé par des prolongements disposés en spirale.

4446. L'empâtement des deux membres pelviens sur la base du tronc a pris des dimensions bien plus considérables en raison de la résistance des efforts. Les cellules musculaires de la cuisse, ou entre-nœud fémoral, se dessinent au nombre de quatorze principales, plus la cellule ossifiée (le *fémur*). Mais le type essentiel des deux membres thorachiques se reproduit sur les deux membres pelviens, pièce à pièce, et avec de simples différences dans les dimensions.

4447. Si maintenant, après avoir ramené, de dégradations en dégradations, le système total du corps humain à la forme d'un cylindre organisé, en ayant soin de noter les points où chaque développement prend son origine, et que nous cherchions ensuite à unir ces points entre eux par des lignes continues, nous trouverons que la formule spiro-vésiculaire du tronc du corps humain est celle de deux paires de spires de nom contraire marchant avec une égale vitesse, et que la formule spiro-vésiculaire de chaque prolongement est celle de deux paires de spires de

vitesse de plus en plus inégale, en sorte que d'abord la disposition semble alterne, et puis se dessine parfaitement bien en spirale. Ainsi, en prenant la forme du squelette comme représentant en relief la disposition générale, nous voyons la tête dirigée sur une ligne qui croise à angle droit la ligne aux extrémités de laquelle s'insèrent les deux *humérus*; puis celle-ci croisant à angle droit celle que termine d'un côté l'épine dorsale et de l'autre le sternum; puis celle-ci croisant à angle droit la ligne du bassin aux extrémités de laquelle s'attachent les deux fémurs; puis celle-ci croisant à angle droit celle que termine d'un côté la symphyse du pubis et de l'autre le sacrum; opposition croisée mathématiquement symétrique.

4448. Cette disposition si régulière se reproduit sur chaque vertèbre en particulier d'une manière plus conforme à la théorie; le canal médullaire formant un cylindre marqué, dans toute sa longueur, de quatre rangs principaux de prolongements opposés-croisés : le *corps* de la vertèbre et l'*apophyse épineuse* terminant une ligne qui croise à angle droit la ligne imaginaire terminée par les deux apophyses transversales; en sorte que, pour obtenir l'esquisse de cet organe osseux, on n'aurait qu'à prendre un long cylindre, autour duquel on ferait serpenter avec une égale vitesse deux rubans dans une direction et deux rubans dans une direction contraire, et à marquer une apophyse à chaque point d'entre-croisement des rubans qui simule l'accouplement des spires.

4449. Le système nerveux est le système générateur de tous ces développements; c'est la nervure animale, analogue de la nervure végétale, laquelle précède, dans tout organe, l'apparition de toute espèce d'organes de nouvelle formation; c'est le système qui forme le tout de l'individu, à l'époque où l'œil ne saurait pas distinguer autre chose; l'embryon, pour ainsi dire, du fœtus, lequel est l'embryon de l'adulte. Or cette nervure animale est empreinte du type qu'elle reproduit partout en se développant; elle est organisée d'après la formule de deux ou quatre paires de spires de nom contraire et d'égale vitesse; et son point de départ, chez l'homme, se trouve à la partie supérieure du corps. Là, la formule se dessine par quatre grands lobes, qui prennent en volume, un développement, que les parois crâniennes ne leur permettent pas de prendre en ramifications; ce sont les deux lobes du cerveau et les deux lobes principaux du cervelet; puis un système postérieur, la moelle allongée, qui va déterminer la formation du squelette d'après la formule de deux paires de spires; et à l'opposé, le système antérieur donnant lieu à un développement de neuf à dix paires principales de nerfs divergents, dont chacun, ainsi que les membres extérieurs, tend de plus en plus à reproduire son type, d'après la disposition en spirale.

4450. Si l'on reporte sa pensée sur la structure générale du tronc, telle que nous l'avons conçue (4447), c'est-à-dire comme un tout divisé en deux grandes régions cellulaires accolées à la hauteur du *hile* oblitéré, ou nombril, par un vaste diaphragme, on remarquera, avec un puissant intérêt, d'après quelle symétrie ces deux régions se balancent dans la reproduction de leurs organes accessoires, un à un, et avec quelle fidélité toutes les pièces de l'un de ces deux grands compartiments se retrouvent à la même place chez l'autre, ainsi que le tableau suivant le fera concevoir d'une manière synoptique.

| *Compartiment antérieur.* | | *Compartiment postérieur.* |
|---|---|---|
| Deux omoplates | = | deux ischium. |
| Deux bras | = | deux jambes. |
| Deux clavicules | = | deux os du pubis. |
| Ouverture orale | = | ouverture anale. |
| Langue | = | verge ou clitoris. |
| Ouverture pulmonaire | = | ouverture vaginale ou urétrale. |
| Deux poumons | = | deux ovaires ou deux testicules. |
| Deux glandes salivaires | = | deux reins. |
| Deux système de canaux salivaires. | = | deux uretères. |
| Tête ou extrémité amplement développée de la colonne vertébrale. | = | Coccyx ou extrémité avortée de la colonne vertébrale. |

4451. En redescendant enfin, de dégradation en dégradation d'organes, de ce fait accompli aux faits commençants, de l'adulte à l'embryon que la fécondation vient d'imprégner du souffle de la vie, nous expliquerons parfaitement bien pourquoi, à cette époque où tout se ressemble, l'homme en est réduit à la forme d'un rein (fig. 12, pl. 20), tenant par le point médian à son cordon ombilical (*c*), qui l'attache à la surface de la cellule-mère, à la paroi de l'amnios. Cet embryon est double, composé de deux compartiments cellulaires (*a* et *b*), symétriques et égaux entre eux alors, mais animés, par suite des lois de la fécondation, d'une impulsion inégale. L'embryon humain n'est pas autrement organisé alors que l'ovule du *phaseolus*, qui, à l'époque correspondante de son appa-

rition, se trouve composé de cellules principales, dont l'une, plus tard, reste stationnaire; c'est celle que nous avons nommée *hétérovule*, dans le *Nouveau système de physiologie végétale*.

4452. Prenons donc la vésicule organique à cette époque où tout se ressemble, pour arriver par des modifications successives aux époques où tout est différent. Soit donc la vésicule avec la forme fécondée de la fig. 12, pl. 20. Parasite d'un autre tissu à cette époque, elle se nourrit des produits que l'organe maternel lui transmet tout élaborés; elle vit d'aspiration, elle se nourrit par la seule circulation, et sa digestion est tout entière dans sa respiration; son organe respiratoire est dans sa branchie placentaire (*c*), son cœur est dans son nombril (2045), son aorte et sa veine cave sont dans le foie, qui est en même temps l'estomac, dont le canal cholédoque est le pylore (3551); tout cela, dans le principe, réduit, par rapport à notre vue, à son expression la plus simple, à la structure la plus rudimentaire qu'il soit possible de concevoir. Deux cellules se développent dans le sein de cette cellule embryonnaire, cellules symétriques, car elles sont animées de la même impulsion; cellules opposées, car elles prennent leur point de départ à la même origine. La cellule embryonnaire est partagée alors en deux régions cellulaires (*a* et *b*). Chacune des cellules (*a* et *b*), animée de la même tendance que la cellule qui les a fait naître, doit reproduire son type, si nul obstacle n'arrête ou ne modifie son développement. Chacune d'elles reproduira donc dans son sein deux cellules, qui continueront à leur tour ce dichotomique développement. La circulation s'insinuera entre chacun de ces systèmes, en pénétrant par le hile de chacun d'eux. Dans ce cas on aura le premier degré de développement des polypes analogues aux céphalopodes, qui n'ont de commun entre eux que la circulation, et ne communiquent entre eux par aucun autre de leurs organes.

4453. Mais qu'au lieu d'une cellule *a* et d'une seule cellule *b*, la vésicule embryonnaire (fig. 12, pl. 20) engendre dans son sein deux vésicules *a* et deux vésicules *b* (fig. 13), que les quatre vésicules s'agglutinent entre elles par leurs faces respectives, mais cependant de telle sorte qu'il reste un dédoublement sur toute la ligne qui correspond à l'axe longitudinal de la cellule embryonnaire; et si, à une certaine époque du développement progressif, l'enveloppe générale, la cellule maternelle qui sert de derme à tout le système, cédant à la force d'aspiration des parois qui forment par leur dédoublement ce canal longitudinal, se perfore dans les points diamétralement opposés *e* et *d* (fig. 13), le système *a a* et le système *b b* se trouveront traversés par le même canal alimentaire, dont les deux extrémités feront l'office tour à tour de bouche et d'anus; l'un des deux systèmes digérant pendant que l'autre se nourrira; l'un aspirant pendant que l'autre expulsera. Nous aurons là le rudiment d'un développement polypiforme; le type de l'un de ces polypes, dont les individus ont un canal commun et tous les autres organes en propre. Si ensuite, autour de l'orifice *e* et *d*, se développent les organes des sens, plus deux prolongements tentaculaires et brachiaux dans l'ordre alterno-spiral (4445), la masse se redressant par ses deux extrémités vers les airs, on aura deux polypes tentaculés ou céphalopodes, à deux bras, chacun de ces bras *g* et *f* se coudant du côté de l'orifice *d* et *e* qu'ils avoisinent (fig. 14); deux polypes égaux entre eux, s'empâtant l'un contre l'autre par un diaphragme (*i*), que traverse un canal alimentaire commun; digérant en commun, mais sentant et vivant à part; car sentir, c'est vivre. Or, comme tout développement émane d'une nervure génératrice, il s'ensuit que chacun de ces développements opposés aura par devers lui une nervure propre, un système nerveux, se ramifiant pour donner naissance à de nouveaux développements.

4454. Mais que l'influence de la fécondation spéciale vienne à déterminer, dans cette création embryonnaire, le travail de l'ossification; que la nervure s'emprisonne dans un emboîtement osseux; que chaque entre-nœud *a* et *b* ait sa nervure ossifiée; et que l'enveloppe externe solidifie symétriquement un certain nombre de ses cellules externes; que l'extrémité opposée de chaque nervure se développe sur une vaste échelle, ainsi que les rameaux divergents qui sont destinés à mettre l'individu en communication avec le monde extérieur; nous verrons ce type se modifier, de manière à reproduire, à son entier développement, une monstruosité diadelphe composée de deux individus agglutinés par la base du tronc, ayant deux têtes, quatre bras, deux cœurs, quatre poumons, et un seul canal alimentaire, à moins que le nombril (*c*) ne reste béant, et ne forme un anus commun aux deux êtres greffés par le diaphragme (fig. 15, pl. 20).

4455. Si, au contraire, par suite d'une loi héréditaire, la région (*a a*) est appelée à suivre seule un développement normal, et que la région op-

posée (*b b* fig. 13) se développe en raison inverse de l'autre, pièce à pièce ; que l'extrémité (*d*) de la nervure génératrice et sentante reste réduite à des proportions inappréciables, et que la nervure (*e*) se développe et envahisse la région que la nervure (*d*) était primitivement appelée à occuper ; les appendices tentaculaires (*f f*) prendront à leur tour un développement plus grand que les appendices tentaculaires (*g g*), et une destination un peu différente ; ils deviendront les membres de l'arrière-train, les jambes ; la région (*bb*) deviendra la région abdominale ; la région (*aa*) la région thorachique ; l'empâtement intérieur (*i*) le diaphragme. L'orifice (*d*) sera l'*anus* du canal alimentaire, dont l'orifice (*e*) est la bouche ; et autour de l'anus se reproduiront, par de simples rudiments, tous les organes qui sur l'extrémité opposée, sur l'extrémité normale, revêtent une structure plus compliquée et remplissent d'autres fonctions. La monstruosité diadelphe sera le mammifère normal (*). Type général, dans lequel Dieu, avec l'argile de la création, a moulé également et la charpente du quadrupède qui broute et obéit, et celle de l'être vivant, qui est capable de contempler l'immensité de la nature, de comprendre son propre néant, et de se retracer son origine en ces termes : « Moi dont la puissance intellectuelle lutte si souvent avec succès contre la puissance de la nature, qui sais imposer silence aux tempêtes et leur ordonne de me conduire au port ; qui puis jeter un frein aux torrents déchaînés, renverser les montagnes, combler les abîmes, raser la terre avec la rapidité du vent, fendre les airs sur un char lesté d'hydrogène, soulever le poids de l'atmosphère avec un levier de vapeurs, et lancer la foudre du bout du doigt ; moi qui d'un signe renverse à mes pieds les monstres, dont je ne puis faire mes esclaves dociles ; moi que le lion et le tigre évitent épouvantés, et à qui le coursier et le mastodonte servent de monture ; voici quelle est ma magie et quelle est mon histoire : Ma force est dans mon réveil ; si je m'endors, un ciron m'étouffe, une étincelle me dévore ; si je remonte par la pensée jusqu'à ma mère, je me vois tout entier dans une vésicule, que le souffle d'un autre a dû animer ; si je remonte à ce qui précède ma mère, je me vois tout entier dans une molécule aérienne, qui, pour prendre un peu de consistance, a besoin de se marier avec la fange du ruisseau. Un peu d'air, un peu de terre, s'attirant et s'accouplant à la face du soleil, voilà l'origine du roi de l'univers ; et si c'est l'antiquité qui fait la noblesse de l'origine, oh ! que la mienne est noble ! elle va se perdre, à travers les siècles, entre les mains du Créateur. Mais sous ce point de vue, il n'est pas un être qui ne soit aussi noble que moi ; il n'est pas un Être qui ne soit mon frère, et l'enfant du même Dieu ; je ne suis, *par ma raison*, que l'aîné de la famille. »

4456. La raison ! cet œil de l'âme, cette seconde inconnue du grand problème, dont la première inconnue est Dieu ; deux termes, dont la valeur se soustrait à nos évaluations et à nos pensées ; et dont nul de nous n'ose s'entretenir qu'avec un indicible sentiment de vénération et de stupeur ; mystère aussi profond que l'abîme, dans les ténèbres duquel un rêve nous précipite, sans nous y faire jamais tomber. Ame et Dieu, qui pourra jamais vous comprendre pendant sa vie ! ce n'est pas dans ce livre tout matériel et tout profane que j'essayerai de vous atteindre. Je m'arrêterai là où la raison commence, et où la perception finit ; sur les limites enfin de l'organisation, dont les divers éléments sont du domaine de l'analyse.

4457. Nul organe n'élabore que pour se développer, il ne se développe qu'en se reproduisant ; il ne se reproduit que par assimilation, c'est-à-dire en combinant chimiquement la substance qu'il aspire, avec la substance qu'il contient.

4458. Le développement est inséparable de la

(*) Nous renvoyons, pour les détails de structure, aux développements que nous avons consacrés à l'étude des divers tissus, dans cet ouvrage. Les personnes qui s'en seront pénétrées, seront dans le cas de tracer sur le squelette, l'origine vésiculaire de toutes les pièces de la charpente : os et apophyses, glandes et viscères ; et elles comprendront facilement que la vertèbre, bien loin d'être une unité contemporaine à la formation embryonnaire, est émanée peu à peu du rapprochement gradué des parois dédoublées par la moelle épinière, et de l'envahissement progressif de l'ossification ; que c'est par conséquent un anachronisme que de faire dériver le type de l'organisation d'un organe semblable. La vertèbre sera considérée comme étant formée par l'agglutination de quatre cellules principales, proéminentes, sous forme de quatre apophyses croisées (4448), et elles-mêmes composées d'un certain nombre d'autres cellules ; la boîte crânienne à son tour paraîtra composée d'une première assise de pièces opposées-croisées, comprenant le sphénoïde et les deux temporaux ; puis d'une seconde assise de quatre pièces opposées-croisées, comprenant le double frontal et le double occipital qui croisent l'axe des deux temporaux ; et, au-dessus de tout, les deux pariétaux qui croisent le frontal et l'occipital. On comprendra pourquoi les nerfs ne se glissent qu'entre les sutures de ces divers os, le tronc occipital lui-même n'étant que le dédoublement de deux cellules ossifiées, distinctes dans le fœtus très-jeune, intimement confondues dans l'adulte. Quant aux glandes et aux viscères, ce sont des organes, dont la formation ne présentera plus à l'explication de difficultés réelles.

caducité; les tissus de nouvelle formation repoussent, et chassent pour ainsi dire devant eux les tissus de formation ancienne, de même que les nouvelles générations poussent vers la tombe les générations qui ont fait leur temps. L'un de ces résultats est la conséquence immédiate de l'autre; la théorie spiro-vésiculaire le démontre de la manière la plus simple et la plus pittoresque. En effet, nous avons vu qu'il n'est pas un seul organe qui ne se développe par emboîtement cellulaire, l'emboîtement le plus interne engendrant au détriment de l'emboîtement le plus externe, celui-ci se sacrifiant progressivement au développement de celui-là, s'épuisant de ses sucs au profit de la nutrition de l'emboîtement le plus jeune en date; l'externe enfin s'amincissant peu à peu, en vidant successivement ses cellules, jusqu'à n'avoir plus que la consistance et l'aspect d'une pellicule incommensurable, d'un épiderme qui tombe chaque jour en s'exfoliant. Chaque organe, en un mot, est l'analogue de cet insecte immobile, qui finit par devenir l'épiderme desséché de la génération qu'il a nourrie de sa substance, et qu'il ne pond, pour ainsi dire, qu'en se désorganisant.

4459. Aspiration, synonyme de nutrition. Élaboration, synonyme d'assimilation. Assimilation, synonyme de combinaison. Combinaison, synonyme de reproduction. Fonction, enfin, rapport de l'organe vivant avec le monde extérieur.

4460. Or, quel organe est plus en rapport avec le monde extérieur que l'organe qui élabore la pensée, et préside à tous les développements? quel organe, par sa masse et sa prodigieuse activité, absorbe plus de matériaux assimilables?

4461. Nous avons assez longuement cherché à poser des règles, pour diriger l'observateur dans l'étude délicate des matériaux qui servent à sa nutrition et à son développement. Il nous reste ici à tâcher d'apprécier le mécanisme de sa fonction spéciale, et l'analogie de son produit subtil, simple comme l'atome, indécomposable comme l'éther, dont la nature est toute céleste puisqu'elle échappe à nos sens : de la pensée!

Hypocrites de nouvelle date, ne calomniez pas notre tentative! roués d'aujourd'hui, qui professez l'athéisme dans les bras de l'orgie, et l'intolérance religieuse sur des tréteaux politiques, je ne m'adresse pas à vous, ne me lisez pas; la religion aujourd'hui ne se met plus aux gages d'aucun parti; vos avances sont des peines perdues; le sentiment religieux sert de lien commun à toutes les religions de la terre; elles se lèvent toutes, comme une seule famille, pour se tendre une main fraternelle, et s'inviter en face du ciel à une grave et solennelle discussion. Les hommes ont enfin établi en principe, qu'avant de s'éclairer, il faut s'aimer; qu'avant de convertir, il faut pardonner; et nous avons tous à nous pardonner quelque chose. Ils prêtent l'oreille, avant de décider; ils cherchent à se convaincre, et ne pensent plus à condamner. Loin de nous donc de refuser d'entrer dans ce grand compromis du XIX$^e$ siècle; loin de nous la pensée de blesser une opinion, d'insulter à une conscience, et de signaler à l'odieux ou au ridicule, l'homme, qui, agenouillé sur la dalle de son temple, ne prie pour lui qu'afin d'être plus utile aux autres; qui vient en pleurant secouer sur la poussière, la haine qui dans le monde avait pu s'attacher à son cœur; heureux d'admirer ce qu'il ne peut comprendre, et de trouver devant ses yeux une forme matérielle, qu'il puisse accepter, sinon comme une image, du moins comme la plus pure de ses illusions! C'est un sacrilége que de toucher au bonheur d'autrui, même quand il nous semblerait illusoire; profanes, ne portons pas les mains sur la croyance, ce trésor sacré des cœurs les plus purs; arrêtons-nous au point où elle commence; là cesse notre propriété et notre droit.

4462. Ici nous sortons du sanctuaire pour rentrer dans le laboratoire; l'AME se soustrait à notre vue, nous n'étudions la pensée que dans le CERVEAU.

### Combinaison de la pensée.

4463. De même que nos organes les plus grossiers se fatiguent à fonctionner; que l'estomac se fatigue à digérer, nos muscles à se contracter, nos poumons à respirer, nos organes sexuels à engendrer; de même l'organe le plus subtil de notre économie se fatigue et se lasse à penser; il arrive un moment où, en dépit de tous nos efforts, notre œil se refuse à voir, notre oreille à entendre, notre odorat à sentir, notre langue à goûter et à articuler des sons, nos idées à se combiner avec nos souvenirs; dès ce moment, ni l'image la plus chère ni la lumière la plus vive ne réveillent plus l'œil fatigué; ni les sons les plus doux, l'oreille fatiguée d'entendre. Ces sens s'endorment, comme le muscle se repose; et leurs organes sortent de ce sommeil réparateur, capables de fournir à une élaboration nouvelle. Mais la lassitude ne saurait être que l'épuisement;

l'épuisement qu'une perte de substance, c'est-à-dire que l'excès de la consommation sur la production. Pour que la fonction recommence, il faut que l'organe ait réparé ce qu'il avait perdu, qu'il ait élaboré de nouveau les éléments qui doivent se prêter à de nouvelles combinaisons. Le cerveau a donc épuisé, pour penser, les matériaux qu'il élabore; il les a donc combinés pour penser; il faut, avant qu'il reprenne ses fonctions normales, que la nutrition lui ait rendu tout ce qui lui manque, dans son épuisement. La pensée, si subtile qu'elle soit, et sous quelque forme qu'on la conçoive, résulte donc d'une combinaison matérielle. Cherchons à obtenir, pour ainsi dire, la formule atomistique de cette sublime combinaison.

4464. La pensée, c'est la conscience intime de nos rapports avec le monde extérieur. Un rapport est l'action réciproque de deux choses différentes. Pour que la pensée se manifeste, il faut donc le concours de deux choses, celui des corps extérieurs et celui de nos organes. Dans un milieu inondé de torrents de lumière, nous n'en resterions pas moins plongés dans la plus profonde obscurité, si notre œil n'était pas conformé pour voir. Le plus grand génie se trouverait condamné à l'inertie, et vivrait à peine de ses souvenirs, si tous ses sens s'émoussaient à leur surface. De même si tous ses sens extérieurs venaient à conserver leur intégrité, par impossible, et que le centre commun qui les anime, que le cerveau, vînt à être troublé dans ses fonctions, l'homme le plus actif tomberait tout à coup dans l'idiotisme. Entre ces deux extrêmes, il peut exister des modifications à l'infini; et il n'est pas la plus petite perte de substance d'un sens qui n'apporte immédiatement une modification importante à la pensée et à la volonté.

4465. Pour que je pense, il faut donc une aptitude de la part de mes organes, et une impression de la part des corps extérieurs; il me faut une propension d'un côté et une impression de l'autre; deux inconnues douées d'une affinité réciproque, et de la combinaison desquelles résulte une nouvelle forme, la VOLONTÉ, qui tend, avec la rapidité de l'éclair, à se reproduire par des actes. Penchants, propensions et instincts, expressions de la même aptitude; sensations et impressions, expressions du même genre de contact. La PERCEPTION est la combinaison de la *propension* et de l'*impression*, à l'instant où la combinaison s'opère; la VOLONTÉ est cette même combinaison à l'instant où elle réagit. Je ne puis percevoir sans vouloir, c'est-à-dire je ne puis percevoir sans éprouver le besoin de repousser une influence nuisible, ou de saisir et retenir à deux mains l'impression qui me flatte, qui m'aide à vivre, à penser de nouveau. Je ne puis percevoir, enfin, sans aimer ou haïr, sans espérer ou craindre. Attraction et répulsion, amour et haine, crainte et espérance, alternance de bonheur et de peine; c'est la vie depuis le berceau jusqu'à la tombe; c'est la loi de l'univers et de l'atome dont il nous est donné d'avoir la conscience. IDÉE, JUGEMENT et RAISONNEMENT, termes arbitraires d'une subdivision que nous pouvons, par les deux extrémités, pousser jusqu'à l'infini : l'IDÉE étant un raisonnement par rapport aux principales fractions qui en forment l'image, et le RAISONNEMENT devenant une idée simple par rapport à un jugement ultérieur. Je ne saurais avoir la moindre idée, l'idée la plus simple, qui ne se compose d'une foule d'idées que je suis en état, pour ainsi dire, de disséquer à l'infini, et qui ne se complique d'autant plus que je l'envisagerai par telle ou telle face.

4466. Les impressions sont le produit de la combinaison du corps impressionnant et de l'organe impressionné. Les propensions sont le produit de l'élaboration de ces organes cellulaires qui composent la masse cérébrale, et ne sauraient se mettre, par leurs extrémités, en rapport immédiat avec le monde extérieur (1614). Chacun de ces organes est un réservoir d'aptitudes diverses.

4467. Il y a attraction et affinité entre les impressions et les propensions, et cela en raison de leur puissance et de leur capacité de saturation, si je puis m'exprimer ainsi; la propension élaborée par l'organe le plus énergique absorbant l'impression, aux dépens de toutes les autres propensions voisines, et le même corps extérieur étant capable de la sorte de déterminer un sentiment flatteur chez cet individu et un sentiment désagréable chez celui-là, d'exciter la bienveillance chez celui-ci, et la colère chez celui-là; la prédominance qui se trouve dans une telle cellule cérébrale chez l'un, s'étant opérée dans une autre cellule chez l'autre, et la même impression se trouvant absorbée par deux propensions contraires. De là cette diversité indéfinie de tempéraments; de là ces nuances incalculables de goûts et de caractères, chez les individus de la même espèce, vivant au sein de la même société, placés entre les mêmes besoins et les mêmes ressources, respirant le même air, se rangeant autour de la

même table, se désaltérant au même ruisseau, se réchauffant au même soleil, et creusant chaque jour et leur lit et leur tombe dans les entrailles du même sol : tout est identique autour d'eux, et rien ne se ressemble entre eux.

4468. La *propension* qui domine chez beaucoup d'espèces d'animaux, et surtout chez l'homme, même non civilisé, c'est la *sociabilité*, que l'on voit s'affaiblir graduellement et finir par s'effacer entièrement, en descendant l'échelle des êtres animés. Le plus *vertueux* est celui chez lequel cette *propension* domine davantage; l'*égoïste* est celui chez lequel elle est au moindre degré de prédominance; le *vicieux* et le *méchant* sont ceux chez lesquels une tout autre propension prédomine. La *folie* n'est que le résultat du peu de stabilité des diverses combinaisons, qui ont lieu entre les *impressions* et les *propensions* diverses, combinaisons qui se décomposent avec une rapidité telle, qu'il en résulte presque en même temps une foule de *volontés les plus disparates;* c'est un rêve continuel. Tout homme a chaque nuit ses accès de folie; car la nuit les organes n'élaborent plus d'une manière constante et normale. La *fausseté de l'esprit* est une variété de la folie.

4469. Les lois qui régissent l'organisation prennent le nom de besoins chez l'homme.

4470. Au nombre de ces besoins les plus impérieux, il faut ranger la vertu, qui n'est que la sociabilité libre de toute entrave. Le vice n'est qu'une anomalie provenant de l'altération ou de la vicieuse conformation d'un organe, ou bien que le résultat de la lutte pénible et continuelle de nos intérêts sociaux. La première espèce réclame des soins et de la pitié, la seconde appelle une réforme sociale complète.

4471. L'espoir d'une récompense ne fait pas plus naître la vertu que la crainte du châtiment ne conjure le vice.

4472. Nous sommes heureux d'avoir fait le bien, comme nous le sommes d'avoir procréé, d'avoir soustrait nos organes digestifs au feu dévorant de la faim et de la soif, et notre corps à l'engourdissement mortel du froid. Dans toutes ces circonstances, nous obéissons à une loi irrésistible; nous satisfaisons un besoin impérieux de notre organisation; nous rétablissons l'équilibre en nous-mêmes, ce qui s'appelle satisfaire un besoin.

4473. Dans la solitude il n'existe pas de vicieux, il ne peut y avoir là qu'un sage et qu'un monomane; pour qu'il y ait vice ou vertu, il faut une société quelconque. C'est là que les impressions venant à se combiner exclusivement avec les produits de la propension à la destruction de ses semblables ou de celle à leur spoliation, il en résulte la volonté constante du meurtre, du pillage ou de la fraude.

4474. La *mémoire* n'est que l'accumulation des produits des combinaisons dans l'organe qui prédomine. Nous avons toujours, de cette manière, la *mémoire* analogue à nos propensions. Tel mathématicien, qui retient tant de formules, est incapable de retenir un certain nombre de noms de lieux. La mémoire se perd quand la prédominance s'efface.

4475. Dans l'ordre social la *méchanceté* est une anomalie; car la *sociabilité* est la propension normale.

Mais puisque la civilisation a amené la *propension à la sociabilité* à un si haut point de prédominance, il doit paraître rationnel que l'éducation soit capable de diminuer, et d'effacer même entièrement, la prédominance de la *propension à la méchanceté,* et cela en provoquant, par de nouvelles habitudes, ou par de nouveaux moyens curatifs, le développement d'une propension voisine. Les législateurs qui ont inscrit la *vengeance* sur les tables de la loi, et qui ont préféré, pour venger la société qu'ils disent outragée, la torture, à l'amélioration, à la réhabilitation du malade et à la réparation du mal qu'il peut avoir fait à la grande famille, ceux-là, dis-je, devraient être considérés comme les plus méchants des hommes, si le contexte de leurs lois ne prouvait pas évidemment qu'ils en ont été les plus absurdes.

4476. Nous avons dit plus haut que l'homme n'est pas la seule espèce que la création ait douée à un haut degré de la propension à la sociabilité; et chez toutes les espèces qu'anime cette propension, nous retrouvons et les mêmes besoins, et les mêmes caprices, et les mêmes vices, et les mêmes vertus. Ensuite nous voyons cette propension s'affaiblir, comme par des dégradations chromatiques, à mesure que les espèces vivent plus ou moins solitaires; ce sentiment, chez ceux-ci, ne se réveillant qu'à la saison des amours, et chez d'autres restant à jamais assoupi; tel est le polype, cet égoïste des infiniment petits, qui vit seul et se suffit à lui seul, rentrant en lui-même au moindre danger, s'épanouissant au moindre calme, immobile à tout jamais sur le caillou où il s'empâte, incapable de secourir, ne réclamant le secours de personne, ni pour se nourrir, ni pour se repro-

duire ; et qui, pour se féconder et engendrer, n'a besoin que de lui-même. Les hermaphrodites ne sont jamais sociaux. Aucun être n'est plus social que celui qui peut aimer à toute heure.

4477. Le sentiment de la sociabilité se dégrade aussi, par une foule de nuances, chez les hommes; et l'on voit çà et là, par le jeu des anomalies, apparaître, dans les individus de l'espèce humaine, tous les types moraux des animaux d'un ordre inférieur à lui; le crétin étant bien inférieur, sous ce rapport, au polype ; le méchant bien inférieur au tigre et au lion.

4478. Car, on le voit, nous n'avons pas admis cette distinction scolastique d'instinct et de raison, dont on a fait, en philosophie, un usage si contraire à toutes les notions d'histoire naturelle. Refuser la pensée à des êtres qui ont des sens et partant des idées; la volonté, à des êtres chez qui une impulsion reçue détermine un mouvement proportionnel; la sensibilité, à des êtres doués d'un système nerveux semblable au nôtre, toujours par la substance et quelquefois même par la forme extérieure et l'organisation; c'est accuser la puissance créatrice d'un mensonge. Car c'est mentir, que de donner un signe évident dépouillé de sa signification. S'indigner, en pensant que l'insecte puisse penser comme nous, lui qui aime comme nous, c'est se montrer animé de la vanité des castes, qui est la plus sotte et la plus ignorante des vanités : et les esprits faibles qui nous accuseraient de matérialisme, en nous entendant dire que l'abeille et la fourmi ont les mêmes vices et les mêmes vertus que nous, se montreraient plus matériels que nous, eux qui acceptent, comme une parole de Dieu, cette invitation de l'Écriture : *Vade ad formicam, piger;* ce qui devrait signifier, d'après leur opinion : paresseux, homme qui manques aux devoirs de la sociabilité, va apprendre à te réformer à l'école d'un automate.

4479. La fourmi, cet emblème vivant du travail et du dévouement de toutes les heures ! la fourmilière, cette république rustique fondée sur l'abnégation, comme la ruche est la république musquée, fondée sur le partage des jouissances ! la fourmilière qui est, par rapport à la ruche, ce que Lacédémone était à Athènes ! Virgile chanta l'abeille; c'est Salomon qui a immortalisé la fourmi. Hubert, privé de la vue, nous a tracé l'histoire de l'abeille, et dans la simplicité de ses relations, il a été aussi poëte que Virgile ; Fénelon et Thérèse, ces deux hommes qui trouvèrent tant de charmes à souffrir pour autrui, seraient seuls capables d'écrire l'histoire morale et politique du petit insecte qui fait honte à la paresse. Quelle science économique dans ses approvisionnements ! Quel ordre public dans la distribution de ses travaux ! Quelle prévoyance de l'avenir dans son système architectural appliqué à chacune de ses émigrations ! Quelle précision stratégique dans l'arrangement de ses batailles ! Car la guerre est une nécessité entre deux peuples à qui l'espace manque, et qui ne peuvent vivre à la fois ! Au plus fort le droit de vivre ! Dieu va le décider ! Enfants de la patrie, le jour de gloire est arrivé ! gloire ici-bas pour les uns, gloire là-haut pour les autres ! Et les deux patries se heurtent, avec un fracas qui ne parvient pas jusqu'à nous, mais avec une ordonnance générale, une suite de manœuvres, de marches et de contre-marches, dont les Condé et les Napoléon auraient placé le mérite au-dessus de leurs plus belles batailles ! Et quand l'heure de la victoire a sonné, que le Dieu des combats a décidé du sort des deux empires, respect aux vaincus, vainqueur ! qu'ils reprennent leurs morts en silence, comme le vainqueur va reprendre les siens; la mort n'a ni défaite, ni victoire; la haine expire avec la vie, et tous les héros se retrouvent frères dans le tombeau. L'on voit alors l'ami chercher son ami, le frère son frère parmi les cadavres, et en porter la dépouille mortelle, là où peut-être un secours opportun est dans le cas de le rappeler à la vie, mais où du moins nul insecte ennemi n'insultera à sa gloire, et ne pourra dire, en le heurtant de sa trompe, *que le sang d'un ennemi mort sent toujours bon !* Permettez que je raconte un de ces traits qui honorent toutes les sociétés, de quelque calibre qu'en soient les citoyens. Mon petit cachot se trouva assailli par une fourmilière, que l'odeur des friandises du malade avait appelée bien haut et de bien loin. Il arriva un de ces moments qui légitiment une guerre et en font une nécessité ; c'est le moment où, de la chose, dont chacun a besoin, il n'y en a pas assez pour deux castes contraires. Je me trouvais dans l'un de ces moments ; j'entrepris de détruire par la ruse ces êtres trop petits et trop nombreux pour pouvoir être repoussés par la force ; un pot vidé de sucreries liquides me servit de piége ; en un instant il se trouva tapissé de fourmis et pavé de points noirs qui se mouvaient à peine, tant les individus se pressaient au butin. Une terrine d'eau me servit d'océan pour noyer ce grand peuple ; car pour le prisonnier, à qui les points de comparaison manquent, il n'est rien de petit dans tout ce qui cohabite avec lui. Mais que ce spectacle devint tout à coup

sublime à mes yeux! que d'actes admirables de vertu se reproduisirent sur chaque flot de ce déluge universel! Les fonds Monthyon ne seraient qu'une larme, dans un océan de faveurs destinées à récompenser tant de mérites; je m'en rapporte à ceux que la nécessité obligera d'être témoins d'un sinistre pareil. En tombant dans l'eau, chaque petit être s'occupait plus de tendre la main à son semblable pour l'empêcher d'aller au fond, que de fendre le flot pour gagner le rivage; et l'abîme engloutissait à la fois ces pelotons de frères, qui étaient morts en s'embrassant. Deux fourmis, sauvées de ce naufrage, se dirigeaient vers les bords avec quelque espoir de succès; elles touchaient presque au port; dans un des mouvements de la natation, chacune d'elles aperçoit un groupe qui commençait à perdre ses forces, et qui apparaissait déjà entre deux eaux; elles rebroussent chemin, laissent là le rivage, et se dirigent chacune vers le groupe le plus voisin; là, à force de lutter contre les flots avec le train de devant, elles parviennent à saisir d'une patte de derrière le groupe qui se noyait, et tâchent de l'amener à la surface. Après des efforts inouïs, elles allaient perdre l'espoir avec la vie; mais ce spectacle avait tellement captivé mon esprit, que les impressions avaient fini par en passer dans mon cœur; j'étais attendri de voir tant de dévouement dans des êtres si faibles; je les enlevai du doigt, pour les replacer sur le rivage, accablées de fatigue, mais encore plus accablées de tristesse; elles avaient la conviction que tant d'efforts avaient été prodigués à des cadavres, dont elles n'avaient pas la pensée de s'éloigner. L'une d'elles voulut se jeter encore à l'eau; je la sauvai de son désespoir sublime, et terminai l'expérience, en remettant mes deux héros sur la voie de leur demeure, pour aller pleurer, avec les frères qui survivaient, sur le sort des frères qu'ils avaient vus mourir. J'aurais voulu avoir un porte-voix capable de me faire entendre de ces petits êtres, pour attester à toute la république le dévouement de ces généreux citoyens; car il est de ces dévouements qu'on ne connaît jamais que par la voix de ceux qui en ont été les témoins oculaires; et il est des actes de vertu, dont on porte l'enthousiasme jusqu'au délire, quelque petit que soit l'être qui les a reproduits. Hommes, qui n'admirez que vous, vous n'êtes pas des esprits raisonnables; hommes, qui croyez qu'en vous créant, Dieu a épuisé toutes ses vertus, vous n'êtes pas des esprits pieux.

4480. La question que nous venons d'aborder n'a été si longtemps une source de discussions parmi les hommes, que par suite d'un malentendu qui serait immoral, s'il n'était pas absurde et ridicule. Tâchons de fixer les termes de la question d'une manière aussi philosophique que religieuse; deux points de vue auxquels l'étude de l'histoire naturelle seule est en état de servir de moyen de transition.

4481. Par quel motif se croirait-on autorisé à refuser le privilége du sentiment et de la pensée aux animaux d'une autre espèce que la nôtre, eux à qui nous voyons exécuter les mêmes mouvements que détermine chez nous la volonté, les mêmes gestes qui chez nous sont les signes d'une idée, et établir entre eux les mêmes relations, qui chez nous émanent d'une passion? Serait-ce parce qu'ils sont privés de la parole pour nous expliquer ce qui se passe en eux? Mais les sourds-muets de naissance, nous les considérons comme animés du même souffle que nous, et nous les admettons au nombre de nos frères les plus intéressants, car ils sont les plus isolés du reste du monde; ils nous aiment sans pouvoir nous le dire; nous les aimons sans pouvoir être entendus d'eux. Pourquoi le chien qui nous caresse, qui s'attache à tous nos pas et meurt pour nous défendre; pourquoi le coursier qui nous porte au combat, ne mériteraient-ils notre affection qu'au titre d'automates? Nous admettons une âme comme la nôtre dans un crétin, immobile sur son rocher, qui glapit lorsqu'il souffre, reste dans la stupeur quand il digère, incapable de se diriger et de se servir lui-même; et nous aurions horreur d'admettre une âme d'une certaine trempe dans l'abeille architecte, dans la fourmi économe, dans le singe imitateur, dans le rossignol, qui appelle à ses amours par des chants si suaves? Si je connais la pensée de l'homme au jeu de ses muscles, à la combinaison de ses gestes, partout où je rencontrerai le même geste, je devrai, pour ne pas insulter à la nature, supposer la même intention.

4482. Mais n'allez pas en conclure que, confondant tout à coup ce que la nature a séparé par des intervalles immenses, je puise, dans une vérité aussi sainte, des armes pour fournir au libertinage et à l'impiété; que parce que je retrouve des traces évidentes de nos rapports sociaux, parmi les animaux d'une autre espèce que la nôtre, j'aille conclure aussitôt qu'il faut briser d'un seul coup tous les rapports sociaux qui caractérisent et perpétuent l'humanité; que j'entreprenne de secouer le joug que la nature a imposé à mon espèce, et me dépouille de cet amour qui n'est

puissant que par les lois naturelles, égaré et perdu, parce que j'aurai découvert des lois analogues parmi les êtres de la création? Est-ce que, pour avoir découvert que l'insecte digère comme nous, j'irai tout à coup me condamner à laisser là notre régime alimentaire et à ne plus vivre que comme l'insecte? Est-ce que, pour avoir vu que l'insecte est bienfaisant envers ses semblables, j'éprouverai pour lui un sentiment plus affectueux que pour mon semblable, même lorsque celui-ci m'a fait du mal ? Si je tirais ces conséquences d'une analogie aussi incontestable, je serais le plus immoral des hommes, parce que je serais le plus absurde des logiciens, et le plus insensé des esprits en délire.

4483. La nature, qui est morale en tout, parce qu'elle est la même en tout, n'a qu'une seule et même loi pour propager les espèces; et cette loi se modifie et prend des caractères divers, selon que se modifie l'être organisé. La morale, qui existe chez toutes les espèces, est le résultat immédiat de ces modifications; elle est un caractère de l'espèce, ainsi que tout autre caractère. Chaque espèce a ses mœurs, mais ses mœurs vraies et immuables, dont elle ne saurait se dépouiller en entier, sans se condamner à arrêter la série de ses générations successives. Chaque espèce a reçu la mission d'en haut de croître et de se multiplier, de se défendre, ainsi que ceux qui lui ressemblent; d'aimer et de n'aimer que les êtres qui peuvent concourir au même œuvre de reproduction. Toutes les autres espèces, elle a le droit de les sacrifier, si le sacrifice rentre dans une des nécessités de la mission que l'Éternel lui a confiée. La nature a livré tous les animaux à l'homme, comme l'homme à tous les autres animaux, vers l'une ou l'autre époque de sa vie. Qui oserait contester ces vérités sans se mettre en contradiction avec lui-même? Les religions de la terre ne nous rappellent-elles pas que nous sommes cendre et poussière, un peu de boue et de salive, puis du fumier, la pâture des vers? Pourquoi s'offenseraient-elles de nous voir relever notre nature, en relevant la comparaison? Étrange association de l'humilité et de l'orgueil, qui dépasse le but, dans les deux cas, parce qu'on perd de vue la cause pour aller s'abîmer dans les effets; qui oublie de remonter jusqu'à la nature, cette voix de Dieu créateur, et dans le sein de laquelle se trouve l'harmonie, et qui, en s'arrêtant à l'extrémité du plus petit des rameaux de la création, et en se mettant ainsi hors de portée de tous les autres rapports, tourne à l'infini dans la même anomalie.

4484. La morale est une loi immuable; elle est empreinte en lettres de feu dans notre organisation. Qui peut s'y soustraire n'est pas normal; il est à plaindre; il est sans patrie et sans mission; il n'a le caractère d'aucune espèce; il ne sait pas aimer et être bon; ses semblables l'évitent tout aussi bien que les êtres qui ne lui ressemblent pas; il fait peur, et il a peur, car il ne possède aucun goût qu'il puisse faire partager à un seul être de ce bas monde.

4485. L'être immoral apparaît, par anomalie, dans toutes les castes de la création, dans toutes les espèces animales et végétales. Nul être n'est moral que dans son espèce, car c'est là seul qu'il est appelé à remplir sa mission sacrée, qu'il peut croître et multiplier; et tout être créé raconte la gloire du Créateur par le même cantique, le cantique de l'amour, qui résume toute la loi et tous les prophètes. Le ridicule serait de confondre ensemble toutes les castes les plus éloignées; l'immoralité serait de confondre les plus rapprochées; la moralité consiste à favoriser l'accroissement et la propagation de l'espèce, avec l'intention de l'amener de plus en plus, et par tous les efforts possibles, vers la perfection que Dieu a placée pour but à l'intelligence dont il nous dota. Le cœur en harmonie avec l'esprit, le but avec les moyens, la volonté avec la puissance, c'est là la vertu du sage. Le libertin est celui qui veut avec l'esprit ce qu'il ne peut avec le cœur, celui qui trompe les autres en commençant par se tromper lui-même; le pervers est celui qui veut ce qu'il comprend être nuisible à son espèce; le fou est celui qui veut trop de choses à la fois, pour pouvoir en concevoir, en vouloir réellement une seule.

4486. Parmi tous les êtres créés, l'homme est celui qui a fait le plus de pas vers le but spécial que Dieu lui a proposé, et qui offre le plus de vertus et le plus d'anomalies; car c'est celui dont le cœur et dont l'esprit ont acquis une plus grande perfection.

4487. L'intelligence passe ensuite, par une série indéfinie de dégradations, d'une espèce dans une autre; et cette dégradation est inhérente à la dégradation des organes; l'être le plus intelligent ayant à sa disposition les organes les plus délicats, et l'organe le plus délicat étant le signe infaillible d'une intelligence plus active.

4488. L'homme ne saurait être scindé en diverses régions que par le scalpel. Il est, en qualité d'être organisé, une unité indivisible, et qui ne saurait perdre une seule de ses fractions, sans éprouver

une modification correspondante dans ses goûts et ses volontés. La pensée résultant de la combinaison des impressions avec les propensions, l'organe qui transmet les impressions ne saurait être supprimé, modifié ou altéré, sans que la pensée et la volonté ne se modifient. L'amputation d'un membre change le moral ; la suppression de quelques poils de la barbe modifie l'humeur ; et quelquefois l'on dirait que la force réside dans quelques cheveux de la tête. Pardon, pardon à ceux qui nous offensent ou qui ont failli ; leur tort n'est que le résultat d'un accident, dont ils sont la première victime ; le juge sans indulgence est plus coupable que l'accusé ; car le juge n'est, lui, victime que d'un accident, qui l'a placé sur le siége de la justice pénale.

4489. Unité de développement physique, unité de développement moral ; unité de fonctions, unité d'intelligence ; c'est la loi de l'organisation en général, c'est le type des êtres organisés. L'espèce est une des innombrables et progressives modifications de cette loi ; la morale sacrée réside tout entière dans les rapports de l'être avec son semblable, c'est-à-dire dans les rapports du *moi* avec la mission spéciale que Dieu lui a confiée en naissant. Chaque espèce a sa loi et sa morale qui lui est exclusivement particulière ; et Dieu est également grand, également admirable, dans le plus grand, comme dans le plus petit des êtres qu'il a créés ; partout, partout il a reflété son image ; partout il a reproduit les caractères de sa puissance et de sa bonté. Quand tout le loue avec amour sur la terre, hommes, ne le blasphémez pas, en vous divisant pour quelques sons que le vent emporte, et qui vont se perdre dans le pardon de Dieu.

---

# QUATRIÈME PARTIE.

## ANALOGIE OU CHIMIE GÉNÉRALE (14).

4490. Dans la seconde partie de cet ouvrage, nous avons poursuivi l'étude des corps organisés, en partant du point de contact de la chimie avec la physiologie, pour arriver, par une série non interrompue de déductions et de faits, jusqu'au point de contact de la chimie organique avec la chimie *dite* inorganique. Dans la troisième partie, reprenant pour ainsi dire en sens inverse la démonstration, nous sommes remonté de la molécule chimique des corps organisés, jusqu'à la structure de la vésicule organisée, et de celle-ci jusqu'à l'individu de la structure la plus compliquée, jusqu'au chef-d'œuvre de la création lui-même; hardiesse spéculative, qui, bien loin d'insulter à la Divinité, n'est qu'une des mille attributions de la noble mission que la Divinité nous a confiée, en nous léguant en partage cette insatiable appétence du vrai, par laquelle l'homme se distingue de toutes les autres races qui se meuvent sur la terre.

4491. Mais les corps organisés ne se forment pas comme dans un creuset et en vase clos; ils ne se développent pas isolés dans l'espace. Ce ne sont pas des créatures qui, une fois sorties du néant, ne tiennent plus à rien dans la nature, et se suffisent à elles-mêmes. Un peu de carbone, d'oxygène, d'hydrogène et d'azote forme l'élément de tout tissu, et la terre en forme la base; la terre qu'il foule sous ses pieds, l'atmosphère qui l'enveloppe, l'homme s'en nourrit, il s'en pénètre, il s'en agrandit; sous l'influence alternative des ténèbres et de la lumière qui vient du ciel, du froid et de la chaleur naturelle et artificielle. Tout enfin dans la nature concourt au perfectionnement de ce grand œuvre : lois météorologiques, lois astronomiques, lois chimiques, lois physiques, lois physiologiques; lois identiques en elles-mêmes, différentes par rapport à nos méthodes d'observation, qui ne nous permettent, à nous, faibles mortels, de n'étudier un sujet que successivement et par ses diverses faces, et qui s'appliquent à rendre le travail plus prompt et plus facile, en le distribuant par un plus grand nombre de fractionnements. Les sciences, avons-nous dit, ne diffèrent pas entre elles d'une autre manière; et il n'est pas le plus petit sujet d'étude, la plus petite molécule à décrire, qui ne condamne l'observateur philosophe à faire à chaque instant une excursion dans le domaine des sciences qui lui sont le moins familières; car il n'est pas une seule molécule de ce monde qui ne résume à elle seule le monde entier, et ne touche à l'un de ces phénomènes généraux que nous désignons sous le nom de lois.

4492. Le morcellement exagéré des sciences n'a jamais contribué qu'à engendrer des doctes sots. Ce n'est pas à dire pour cela que l'homme qui se voue à l'étude de la nature soit condamné à être un homme universel; il faudrait que la nature l'eût condamné à vivre autant que tous les autres hommes ensemble; mais il faut que chaque travailleur ait le pouvoir de recourir successivement à toutes les sciences qui se trouvent en contact avec la face du sujet qu'il envisage d'une manière spéciale. Les institutions scientifiques d'un peuple ne devraient avoir pour but que de grouper les savants, de manière que chacun d'eux pût tour à tour faire converger, vers le sujet de ses études, les connaissances de tous les autres; c'est-à-dire qu'au lieu de conférer le droit de juger en dernier ressort les idées des autres, de s'affubler d'un habit ridicule et de ceindre une épée qui ne sort jamais du fourreau, nos institutions scientifiques ne devraient être que le cadre le plus méthodique de la distribution du travail, qui est la peine imposée à tous.

4493. Unité dans la science! car l'unité est dans la nature; c'est là le point qu'il nous reste à aborder. Nous procéderons d'une manière aussi concise que nous le permettent les bornes de cet ouvrage, et que le commande la simplicité sublime du sujet. Toute notre méthode résidera dans l'enchaînement des idées; l'arbitraire ne résidera que dans le point de départ. Le point de départ, en effet, est toujours indiqué par le hasard (*).

## § I. *Réfutation de la théorie atomistique* (788).

4494. Le mot *atome* date d'Épicure; Lucrèce, son poétique traducteur, l'a vulgarisé. La chimie moderne l'a adopté comme le mot qui se prête le mieux à ses vues hypothétiques; il signifie une molécule indivisible, la molécule d'un corps quelconque, telle qu'on la suppose, lorsqu'on est arrivé par la pensée aux dernières limites de la division. Les atomes de la théorie chimique diffèrent de ceux admis par Épicure, en ce qu'ils sont sphériques, et que ceux du philosophe grec étaient crochus; mais les derniers venus, il faut l'avouer, ont fini par s'accrocher un peu au hasard comme les autres; la théorie les a rendus un tant soit peu crochus.

4495. Elle a dit: « Deux gaz, mis en contact et mesurés à la même température et sous la même pression atmosphérique, se combinent entre eux en proportions définies, sous le rapport du poids et du volume. Soit, en effet, un volume de gaz oxygène (O, fig. 16, pl. 20) mis en contact avec deux fois le même volume d'hydrogène (HH); de la combinaison de ces deux gaz, sous l'influence de l'étincelle électrique, résultera une nouvelle substance, qui est l'eau: l'eau condensée en liquide est donc formée d'un volume d'oxygène et de deux volumes d'hydrogène. »

4496. « Mais si l'on pèse chacun de ces deux gaz séparément, on trouvera que le volume d'hydrogène sera, au même volume d'oxygène, dans le rapport de 1 : 16, ou de 6,24 : 100; c'est-à-dire que l'oxygène en gaz pèse 16 fois plus environ que l'hydrogène également gazeux. »

4497. Voilà l'expérience positive: voici l'induction qui a servi de base à la théorie.

4498. « La dilatation du gaz étant soumise à une loi uniforme, et tous les gaz se dilatant également de 0,00375 de leur volume, à chaque degré de température; nous pouvons les considérer comme étant tous *composés du même nombre d'atomes sous le même volume*. En sorte que, si le volume d'oxygène O (fig. 16, pl. 20) renferme six atomes, le double volume d'hydrogène HH en renfermera douze. »

4499. S'il en est ainsi, il est évident que le poids de l'atome de l'hydrogène sera, à l'égard du poids de l'atome de l'oxygène, dans le même rapport que les volumes égaux de ces deux substances. En sorte qu'en supposant arbitrairement le poids de l'atome de l'hydrogène égal à 1, le poids de l'atome de l'oxygène sera par conséquent égal à environ 16, et qu'en supposant, pour l'exactitude du calcul, le poids de l'atome de l'oxygène égal à 100, le poids de l'atome de l'hydrogène sera égal à environ 6,24. S'il en est ainsi, nous pourrons considérer la molécule d'eau, comme étant formée par la réunion d'un atome d'oxygène et de deux atomes d'hydrogène; la somme des deux atomes d'hydrogène pesant 12,48, et l'atome d'oxygène 100.

4500. La théorie est fondée en ce cas, comme dans quelques autres, sur une expérience positive et directe. Mais bien s'en faut que toutes les combinaisons chimiques soient capables de s'opérer sous cette forme, et qu'on puisse obtenir préalablement les éléments de tous les composés, sous forme gazeuse. L'expérience abandonnant ici l'hypothèse, il a fallu avoir recours à un autre genre d'induction, afin d'évaluer et le nombre d'atomes pour lequel chaque élément entrait dans la combinaison, et le poids de l'atome de chacun d'eux. Un exemple nous suffira à faire comprendre la marche de ces sortes de déterminations.

4501. Soit le poids de l'atome du soufre à déterminer. On a dit: Lorsqu'un métal sulfuré, le sulfure de fer par exemple, s'oxyde pour former un sel neutre, on observe que le soufre prend, pour composer le sulfite, deux fois, et, pour composer le sulfate, trois fois autant d'oxygène que le métal, pour former l'oxyde. Voilà l'expérience: voici l'induction. En supposant que l'atome du métal prenne un atome d'oxygène, il est évident que, dans le sulfite, l'atome de soufre prendra deux atomes d'oxygène, et dans le sulfate trois; qu'en conséquence la formule atomistique de l'acide sulfureux serait $S+2O$, et celle de l'acide sulfurique $S+3O$; S étant le signe du soufre, et O le signe de l'oxygène. Après avoir fondé la détermination du nombre des atomes sur une vue hypothétique, on a recours à une autre vue hypothétique pour déterminer le poids de l'atome du soufre. On a dit: Cent parties en poids d'argent peuvent se combiner

(*) Le résumé des démonstrations qui vont suivre a été publié dans le journal *l'Expérience*, n° 19, pag. 297, 5 février 1838.

avec 7,3986 parties en poids d'oxygène, et avec 14,9 parties en poids de soufre. Si nous admettons que ces nombres entiers marquent tout autant d'atomes, le poids de l'atome du soufre sera à celui de l'oxygène : : 14,9 : 7,3986, c'est-à-dire : : 201,16 : 100.

4502. Toutes les déterminations atomiques des corps que l'analyse ne peut amener à l'état gazeux, sont fondées sur des considérations semblables. Et il ne faut pas confondre, dans ces formules, deux choses bien distinctes, les rapports de nombre que fournit l'analyse, avec l'hypothèse du nombre d'atomes que la théorie en déduit. Le premier de ces ordres de faits est positif et vrai ; l'autre est subordonné au premier, il en est un signe de convention, qui n'influe pas grandement sur la pratique, qui ne peut induire en erreur que l'esprit, et l'erreur paraîtra bientôt évidente.

4503. On réfute une théorie de deux manières différentes. La première consiste à trouver en défaut un certain nombre de faits particuliers, qu'elle invoque, ou qu'elle cherche à expliquer d'après l'hypothèse ; la seconde, au contraire, laissant là toutes les conséquences, s'attache à renverser le principe, et à prouver que la théorie pèche par la base elle-même. La première manière porte l'esprit à se méfier de la doctrine dans les applications ; mais ses plus longues déductions ne sauraient faire naître qu'un doute. Le lecteur voit bien, en lisant la dissertation, que la théorie n'explique pas tout avec un égal bonheur ; mais il hésite à en conclure qu'elle se soit trompée dans tout ce qu'elle explique. La seconde méthode est prompte et décisive : elle anéantit tous les faits, en renversant le principe ; si elle y réussit, elle a démontré sans réplique. Elle ne disserte pas, car elle ne cherche pas ; elle a trouvé le nœud de la difficulté, elle le tranche ou le dénoue.

4504. Le principe sur lequel s'appuie la théorie atomistique est une fausse conséquence et une fausse interprétation.

4505. Ce principe fondamental, ainsi que nous l'avons dit plus haut, est que deux volumes remplis de deux gaz différents, renferment pourtant le même nombre d'atomes, lorsqu'ils restent soumis à la même température et à la même pression. Or cette hypothèse heurte de front toutes les lois connues ; et elle n'invoque en sa faveur qu'une fort mauvaise raison, qui est que tous les gaz se dilatent de la même quantité, au même degré de température.

4506. D'abord cette loi ne se maintient pas dans les degrés supérieurs ; et dans les degrés inférieurs, il est plus que probable que l'observateur manque d'instruments assez exacts pour apprécier les différences, qui semblent nulles, quand on est forcé d'opérer, comme en cette circonstance, sur de minimes quantités, et qui seraient certainement appréciables, si l'on opérait sur des quantités plus considérables. Ensuite, pourquoi deux substances seraient-elles admises comme égales entre elles, par le nombre de leurs éléments, parce qu'en ajoutant à chacune d'elles une même quantité, elles augmenteraient toutes les deux de la même fraction de leur volume ? Si vous ajoutez à deux corps la même quantité d'une force dilatante, si vous enfoncez, par exemple, le même coin entre les fibres de deux corps différents, vous accroîtrez le volume des deux d'une quantité égale à la fraction dont le volume du coin sera le dénominateur, par rapport au volume du corps dilaté ; mais il ne s'ensuivra rien moins que les deux corps possèdent la même densité, et le même nombre de parties constituantes.

4507. Nous le savons en physique, un corps est d'autant plus tassé, et possède un nombre de molécules intégrantes d'autant plus grand sous le même volume, que ses molécules sont plus pesantes ; par exemple, un volume rempli de grains du sable le plus fin, renfermerait beaucoup plus de grains que le même volume rempli de granules de graisse, du même diamètre que les grains de sable ; et tout à coup cette loi de la pesanteur disparaîtrait à l'égard des atomes à l'état de gaz, dont les plus pesants ne seraient pas plus tassés, que les moins pesants d'une autre espèce.

4508. Les atomes du même gaz peuvent indéfiniment occuper, sans changer de nombre, des volumes plus grands ou plus petits. Soit en effet le volume O (fig. 16, pl. 20), dans lequel je suppose qu'il existe six atomes de gaz oxygène. Si vous retirez le piston, jusqu'à augmenter la capacité du vase du double, en vertu des lois de l'équilibre des gaz, vous aurez fait que le volume qui auparavant renfermait six atomes n'en renfermera plus que trois. Si vous retirez le piston jusqu'à agrandir six fois davantage la capacité qui renferme les six atomes, il s'ensuivra que le volume qui, dans le principe, enfermait six atomes, n'en renfermera plus qu'un seul. La chaleur en dilatant les gaz produira le même résultat, en sorte que vous diminuerez le nombre des atomes d'un gaz en échauffant et en augmentant le volume, et vous augmenterez presque aussi indéfiniment le nombre des atomes du même gaz, en le comprimant ou en le refroidissant.

4509. Par quel mécanisme ces lois s'exécutent-

elles? Nécessairement par l'éloignement ou par le rapprochement des mêmes atomes, par la variation de la distance réciproque, à laquelle chacun d'eux est forcé de se placer, sous l'influence de la force qui comprime ou qui dilate. Or comment admettre que cette force agisse également sur les atomes plus pesants et sur les atomes moins pesants, sur le plus et sur le moins? Si les atomes du même gaz peuvent varier de distance, sous l'influence des variations atmosphériques, comment ne pas admettre que, sous l'influence des pesanteurs spécifiques, les atomes de ce gaz peuvent être plus rapprochés et partant plus nombreux, sous le même volume, que les atomes d'un autre gaz?

4510. Poursuivons l'étude du mécanisme de la dilatation. La chaleur, avons-nous dit, dilate les gaz, et par conséquent elle augmente la distance respective de leurs atomes; si nous cherchons à nous faire une idée de ce mécanisme avec le secours de nos yeux, voici ce qui se passe. Si vous jetez une goutte d'eau (*a*) sur une lame de fer rougie au feu (*b b*, fig. 17, pl. 20), on voit cette goutte tourner sur son axe avec une rapidité incommensurable, en se tenant à distance de la lame, dont elle se rapproche peu à peu par le refroidissement, et sur laquelle elle vient s'aplatir et s'étendre, après le refroidissement complet. Si vous chauffez encore au rouge la lame de fer, ce qui restera de la gouttelette d'eau s'en écartera encore, en reprenant la forme d'une sphère, et en tournant rapidement sur son axe; si l'on continue cette alternative de chauffements et de refroidissements, la gouttelette finira par disparaître en vapeurs. Décomposons ce phénomène par l'analogie.

4511. Quelle est la matière qui tient la gouttelette d'eau à distance, pendant que le fer est en ignition? la chaleur, ou, si vous voulez, le calorique. Quelle est la puissance qui fait tourner, avec une telle rapidité, la gouttelette sur son axe? l'émission du calorique. Mais si vous jetez une petite molécule quelconque (*c*) sur la gouttelette qui tourne, la molécule en est repoussée au loin sans l'avoir touchée; elle est lancée, comme le sont les projectiles, dans la direction indiquée par la flèche. Si vous placez, sur la même lame de fer encore rouge, une autre gouttelette de même calibre environ que la première (*a'*, pl. 17), celle-ci tournera aussi sur son axe, mais se tenant à distance de l'autre, et ne se confondant jamais avec elle, tant que la plaque de fer ne refroidira pas.

4512. La gouttelette d'eau est donc enveloppée d'une atmosphère concentrique à son axe, et douée de la propriété de repousser les corps et de les tenir à distance, tant qu'ils reçoivent la même quantité de calorique qu'elle. Mais cette atmosphère, c'est la chaleur qui la forme; la chaleur opère donc à la manière d'un gaz quelconque, à la manière des corps qui agissent physiquement sur les autres corps. Pourquoi pas? puisque la chaleur est une substance, une réalité, et non une entité métaphysique.

4513. Mais si une des molécules qui composent la gouttelette se détachait d'elle, elle ne pourrait le faire qu'en s'enveloppant, comme la principale, d'une couche isolante de chaleur. Si toutes les autres molécules en faisaient autant, elles finiraient toutes par s'isoler, en s'arrondissant et en tournant toutes sur leur axe, par se tenir à distance les unes des autres, distance égale (fig. 18, pl. 20), quand elles seraient toutes parvenues à un état de division qui les rendrait égales entre elles. Lorsque le volume des molécules aqueuses, à force de subdivision, serait devenu tel que nos yeux fussent incapables de le percevoir, le phénomène, sans changer en rien de conditions, prendrait le nom de gaz, ou de vapeurs qui n'en diffèrent que par leur non-permanence. Les atomes de ce gaz seraient donc alors tout autant de sphères de même substance et de même diamètre, tenues à une égale distance les unes des autres, par des couches de calorique concentriques et de même épaisseur; et le calorique, continuant d'arriver dans ce milieu, et se distribuant, d'après les lois de l'équilibre, uniformément à chacun des atomes, les envelopperait tous à la fois de nouvelles couches isolantes, et les écarterait ainsi de nouveau les uns des autres d'une manière indéfinie.

4514. Si la source de l'émission du calorique est une fois tarie, et que les corps ambiants possèdent, tout autour de leurs molécules, des couches de calorique de même épaisseur que les molécules d'eau dont nous nous occupons, celles-ci conserveront leurs distances respectives, et par conséquent les couches qui les isolent en les enveloppant; la vapeur sera permanente, elle sera un gaz par rapport aux corps ambiants. Mais que l'atmosphère ambiante se compose de molécules enveloppées de couches de calorique moins épaisses que celles dont se sont enveloppées les molécules d'eau, il arrivera que le milieu aqueux se comportera, par rapport au milieu ambiant, comme la lame de fer rougie au feu se

comporterait à l'égard de la gouttelette aqueuse (4511) : les molécules de l'atmosphère ambiante soustrairont au milieu aqueux une somme de couches isolantes telle, que toutes les molécules de l'autre milieu se trouvent enfin enveloppées d'une couche de même épaisseur ; et une fois arrivées à ce point, elles se tiendront toutes en équilibre et en repos.

4515. Jusque-là elles tourneront toutes sur elles-mêmes, attirées et attirant tour à tour.

4516. Tant que l'équilibre ne sera pas établi, on distinguera un corps froid et un corps chaud, un corps qui perd de son calorique, et un corps qui en acquiert de nouvelles quantités ; un flux de chaleur, un échange de température, un rayonnement enfin de calorique ; nous dirons que de ces deux corps l'un est chaud et l'autre froid. Quand l'équilibre sera rétabli entre les deux, nous dirons que le calorique est *latent*. Mais ce calorique latent ne l'est jamais que d'une manière provisoire ; il devient rayonnant, dès que vous approchez du corps, un autre corps sortant d'une plus basse température ; le calorique se distribue de nouveau dans ce troisième, et se répartit entre ses molécules, jusqu'à ce qu'entre les molécules de ces trois ordres de corps, l'équilibre se soit rétabli de nouveau d'une manière complète ; et ainsi de suite à l'infini. La calorique *latent* ne diffère donc par aucune propriété du calorique rayonnant ; de même que l'eau qui s'est mise au niveau et qui est arrivée au repos par l'équilibre, ne diffère pas de l'eau qui suit la pente, à travers un fluide d'une autre densité. Le calorique latent n'est que le calorique distribué également entre toutes les molécules d'un corps donné ; c'est le calorique en repos, et le repos dure tant que rien ne vient déranger l'équilibre.

4517. Mais nous avons vu que le calorique est la substance qui tient à distance les molécules qu'il enveloppe ; le calorique est donc la substance qui tient également à distance les molécules qui s'en sont une fois enveloppées. Tout corps en repos se compose donc de molécules enveloppées chacune d'une couche de calorique égale en épaisseur. Chaque molécule est enveloppée d'une atmosphère isolante de chaleur.

4518. La densité d'un corps dérive donc de l'épaisseur de la couche isolante ; un corps plus pesant qu'un autre sous le même volume, n'est qu'un corps dont les molécules sont enveloppées d'une couche isolante de moindre épaisseur que chez l'autre, et qui partant renferme plus d'atomes que l'autre, sous le même volume. *Donc* les atomes de tous les corps sont égaux en poids et en volume propre ; et les corps ne diffèrent entre eux que par l'épaisseur de la couche de calorique qui tient leurs atomes respectifs à distance. La conséquence, toute rigoureuse qu'elle soit, est si neuve, que, pour que les esprits habitués aux théories anciennes se familiarisent avec elle, il est besoin de l'appuyer sur le rapprochement des faits. Supposons deux capacités égales, l'une remplie d'un gaz pesant 6, et l'autre remplie d'un gaz pesant 100 ; je dis que le premier ne diffère du second que parce que ses molécules, supposées incommensurables comme celles de l'autre, sont tenues à distance par des couches isolantes, d'une épaisseur telle, que la sphère qui en résulte, est à la sphère du second dans le rapport de $\frac{6}{100}$ à $\frac{1}{100}$ du volume qui sert de mesure commune ; en sorte que la distance, qui séparera les molécules entre elles, chez la première substance, sera égale au diamètre d'une sphère qui aurait en volume $\frac{6}{100}$ du volume étalon, c'est-à-dire égale à la racine cubique de $\frac{6}{100} \times 2$, et que les molécules de la seconde substance seront distantes entre elles d'un espace égal au diamètre d'une sphère qui aurait en volume le $\frac{1}{100}$ du volume étalon, c'est-à-dire égal à la racine cubique de $\frac{1}{100} \times 2$. Mais cette différence respective n'est pas tellement inhérente à la nature des deux corps, que nous ne puissions la faire disparaître par des moyens mécaniques, et que nous ne puissions amener à $\frac{6}{100}$ le volume de la sphère de $\frac{1}{100}$ et *vice versâ*. En effet, si je comprime la substance qui pèse 6 jusqu'à réduire son volume au seizième du volume primitif, je l'aurai rendue seize fois plus pesante ; et si, dans cet état, je la pèse comparativement avec un seizième du volume rempli par l'autre corps, je trouverai le même poids aux deux mêmes volumes. Sous le rapport du poids, les deux corps seront devenus égaux. Mais comment suis-je parvenu à rétablir l'égalité ? ce n'est certainement pas en ajoutant un seul atome ou en en soustrayant un seul ; le nombre des atomes est resté partout le même ; donc je les ai seulement rapprochés ; donc j'ai seulement diminué la distance qui les séparait dans la substance la moins pesante ; j'ai, pour ainsi dire, exprimé et fait sortir au dehors cette distance.

4519. Si, d'un autre côté, je veux rendre l'autre substance aussi légère que celle qui ne pèse que $\frac{6}{100}$, je n'aurai qu'à retirer le piston jusqu'à agrandir l'espace qu'elle occupe, de seize fois sa capacité, le volume de la substance qui pèse 6 restant le même ou égal à 1; et dès ce moment, le seizième du volume de celle-là pèsera autant que le volume total de l'autre; la substance aura diminué de seize fois de son poids, sans perdre un seul de ses atomes, mais seulement parce que nous aurons fait entrer, pour ainsi dire, un espace seize fois plus grand entre chacun de ses atomes. Nous avons espacé dans ce second cas, rapproché dans le premier; ce qui, d'après la théorie ci-dessus, n'a pu avoir lieu sans faire entrer du calorique dans le second cas, et sans en faire sortir dans le premier. Or voyez comme tout concorde dans cette théorie; les prévisions avec les résultats, les faits avec les hypothèses qui les supposent. Lorsque vous comprimez un corps quelconque, vous en dégagez de la chaleur d'une manière appréciable aux instruments thermoscopiques; lorsque vous retirez le piston qui comprime un gaz, vous enlevez de la chaleur aux corps ambiants, vous refroidissez tout ce qui entoure l'instrument aspirant, d'une manière également appréciable.

En conséquence, si l'on dilate O (fig. 19, pl. 20), de manière que la substance occupe seize fois le volume de la substance H, chaque seizième de ce nouveau volume pèsera autant que le volume H. Si l'on comprime la substance H jusqu'à la réduire à un volume seize fois moindre; sous ce nouveau volume, elle pèsera autant que le seizième du volume primitif de O. En désignant donc par $a$ la cause qui dilate les atomes O et H des deux gaz et les tient à distance, nous aurons nécessairement $O + a = H - a$, c'est-à-dire $O = H$; en d'autres termes, l'atome de O égale en poids et en volume l'atome de H, et les deux genres d'atomes ne diffèrent entre eux, que par le nombre de couches isolantes, qui les enveloppent et les espacent.

4520. Donc les pesanteurs spécifiques des gaz et de tous les corps, sous quelque forme qu'ils s'offrent à notre vue, indiqueront, non pas les rapports de poids des atomes qui les composent, mais les rapports du nombre des atomes qui existent sous le volume observé. Si donc, sous le même volume, une substance pèse 16 et l'autre 1, il me sera démontré, non pas que le poids de l'atome de l'une soit à celui de l'autre dans le rapport de 16 à 1, mais que le nombre des atomes des deux est dans ce rapport; en sorte qu'un espace qui ne contiendrait que 1 atome de l'un en contiendrait 16 de l'autre; que partant la couche enveloppante de l'un formerait un volume 16 fois plus grand que la couche enveloppante de l'un quelconque de seizes de l'autre, l'atome étant supposé incommensurable.

4521. Qu'arriverait-il, si la nature avait mis à notre disposition des moyens de compression ou de refroidissement, capables de dépouiller indéfiniment les atomes d'une substance, des couches isolantes qui les tiennent à une égale distance les unes des autres? Évidemment nous parviendrions à faire passer la substance par toutes les pesanteurs spécifiques des autres corps qui existent dans la nature; c'est-à-dire que nous pourrions amener la substance dite actuellement hydrogène gazeux, qui est la plus légère de la constitution atmosphérique actuelle, nous pourrions l'amener à la pesanteur spécifique du platine, qui est la substance actuellement la plus pesante; elle en aurait en même temps la dureté, la consistance, la fusibilité, le poli, enfin tous les caractères; l'hydrogène serait devenu platine à nos yeux et à nos réactifs; et pour lui rendre la forme liquide, il faudrait lui restituer autant de degrés de chaleur que nous en produisons pour fondre actuellement le platine; et pour rendre cet hydrogène gazeux, il nous faudrait en ajouter autant encore qu'il serait nécessaire d'en produire actuellement, pour faire passer le platine fusible à l'état de vapeurs.

4522. Cette considération rigoureusement déduite du principe, sera présentée sous un jour plus favorable encore, si on l'applique à l'histoire de l'eau. Prenons l'eau à l'état de vapeur; par la compression ainsi que par le refroidissement, nous l'amenons à se condenser en liquide et à occuper un moindre volume, en acquérant une plus grande pesanteur. Mais que le froid qui enveloppe le vase devienne plus intense, c'est-à-dire qu'une plus grande somme de calorique soit soustraite à ses atomes, ceux-ci se rapprocheront de plus en plus (*). Si le passage du chaud au froid est brusque et rapide, l'eau se solidifiera jusqu'au point de ne pouvoir être rompue que par la force

(*) On a reconnu qu'à 4° au-dessus de zéro, l'eau commence à se dilater, au lieu de continuer à se condenser. Ce phénomène n'est point en opposition avec ce que nous avançons ici. Il tient seulement à une circonstance de la cristallisation qui commence, circonstance que nous expliquerons plus bas.



nécessaire pour entamer des blocs de granit. Plus le froid sera intense, et plus la dureté et la pesanteur du bloc solidifié seront grandes, plus il faudra élever la température pour lui rendre sa liquidité première. Continuons cette progression, en supposant que le décroissement de calorique continue dans l'atmosphère ambiante, et nous arriverons à admettre qu'à un certain degré l'eau aura acquis la dureté, la fusibilité, la pesanteur, l'opacité et la couleur même métallique du plomb. En sorte que s'il nous était permis de lui conserver tous ces caractères au milieu de nos collections, rien ne nous fournirait les moyens de la distinguer du plomb de nos catalogues.

4523. Mais si cette hypothèse d'un froid progressif se réalisait pour l'eau, elle se réaliserait également et dans la même proportion, pour tous les corps actuellement existants dans la nature; le plomb continuerait à augmenter sa dureté et sa pesanteur, dans la même proportion que l'eau ajouterait à l'intensité de ces deux ordres de ses caractères; la même cause qui soustrairait à l'eau une quantité donnée de calorique, devant nécessairement soustraire la même quantité au plomb; en sorte que les différences caractéristiques continueraient à se soutenir, parmi les corps actuels de la nature, soit en descendant vers les degrés les plus bas du thermomètre, soit en montant vers les degrés les plus élevés.

4524. Ainsi l'hypothèse que nous venons de traduire en démonstration, ne se réalisera pas sous nos yeux, dans la constitution atmosphérique actuelle, et avec nos procédés si grossiers et les instruments si bornés de nos laboratoires; et nos classifications se maintiendront, tant que se maintiendra la constitution atmosphérique; mais il est évident aussi qu'elles ne datent que du moment où notre globe s'est constitué tel qu'il est.

4525. Si la matière est une, et qu'elle ne constitue à nos yeux les innombrables différences qui caractérisent les innombrables corps dont nous sommes entourés, qu'en ce que le même atome chez les uns s'est entouré de plus ou moins de couches isolantes que chez les autres; il faut que ces différences caractéristiques se soient formées à l'instant même de cette constitution; à peu près comme dans un coup de feu de nos fourneaux, les molécules du même métal se partagent la chaleur en raison inverse de la distance du foyer; et la durée de cette répartition de chaleur est en raison de la différence de température du métal et de l'atmosphère ambiante. La durée de nos classifications, fondée sur l'état actuel de notre constitution atmosphérique, sera aussi en raison de l'atmosphère immense qui enveloppe notre petit point terreux.

## § II. *Effets physiques de la distribution de la chaleur autour des atomes.*

4526. La chaleur remplit l'espace: océan immense dans lequel les globes et les atomes se meuvent; éther impondérable à nos balances qui ne pèsent que ce qui gravite vers notre globe, et ne sauraient mesurer ce qui ne gravite nulle part; fluide générateur de tous les fluides, et par conséquent dont la répartition invisible suit les mêmes lois qui régissent les fluides visibles, c'est-à-dire qui tend à l'équilibre, et, par l'équilibre, au repos.

4527. Supposons deux atomes, dont l'un A (pl. 20, fig. 20) soit enveloppé de trois couches isolantes de calorique, et l'autre d'une seulement. Le calorique de l'atome A tendra à se mettre en équilibre avec le calorique de l'atome B, à se distribuer entre les deux, de manière que les deux atomes soient tenus à une égale distance, et des limites de l'espace qui les emprisonne, et du point de contact de leurs deux atmosphères. Le calorique de l'atome A se distribuera donc autour de l'atmosphère de calorique de l'atome B. Si ces deux atomes se trouvaient libres dans l'espace, et que leurs mouvements pussent être sensibles à la vue, on remarquerait l'atome B tournant et sur lui-même et autour de l'axe de la sphère de l'atome A, déroulant, à son profit, à chaque révolution, pour ainsi dire, une bande extérieure de la couche de celui-ci; jusqu'à ce que l'un n'ayant plus aucune quantité à céder ni l'autre à recevoir, les deux atomes égaux en volume ou enveloppés chacun de deux couches d'égal volume et tenus à une égale distance, se trouvassent condamnés à un repos éternel, s'il ne surgissait pas d'ailleurs une nouvelle cause de mouvement. Mais que tout à coup un troisième atome C (fig. 21, pl. 20) enveloppé de cinq couches de calorique arrive au contact des deux sphères en repos, l'équilibre tendant à s'établir de nouveau entre les trois atomes, les deux atomes A et B se mettront en mouvement, autour de l'axe de la plus grande sphère C, s'enveloppant d'une couche de calorique de plus chacun, jusqu'à ce que les trois atomes A, B et C aient tous une enveloppe de trois couches isolantes; à cet instant, équilibre, repos et égalité de distance; les trois lignes qui joindront les centres des trois sphères formant un triangle équilatéral. Ce repos fera de nouveau place au mouvement,

si ce système de trois se trouve à la rencontre d'un atome enveloppé d'un plus grand nombre de couches enveloppantes; dès ce moment il tournera dans l'orbite de cet atome, de ce monde nouveau venu; et ainsi de suite à l'infini.

4528. Le corps le plus riche en couches de calorique, c'est-à-dire le plus chaud, entrainera de la sorte dans son orbite le corps le moins chaud. Telle est la traduction de l'hypothèse en langage classique. Or que les corps inégalement chauffés s'attirent mutuellement, l'expérience suivante le démontrera d'une manière péremptoire. Soit une aiguille de paille (103) suspendue par un fil de cocon à la voûte d'une cloche de verre; si à chaque extrémité on insère une épingle à insecte, c'est-à-dire une épingle en laiton très-légère, la tête en dehors, de manière que l'aiguille de paille soit tenue parfaitement horizontale; si ensuite, lorsque l'aiguille est au repos, on approche de la tête de l'une des épingles, un corps en ignition, l'extrémité d'une tige de fer rougie au feu, on verra bientôt l'extrémité de l'aiguille s'avancer vers l'extrémité de la tige de fer, et si l'on recule celle-ci à mesure que l'autre avance, on pourra faire parcourir, à l'extrémité de l'aiguille de paille, aussi longtemps la circonférence de la cloche, que l'intensité de la chaleur se maintiendra dans la tige de fer. Si, pendant que l'aiguille obéit au mouvement qu'on lui aura ainsi imprimé, on passe l'extrémité de la tige de fer rougie de l'autre côté de la tête d'épingle, en la suivant de près sans la toucher, on remarquera bientôt un ralentissement notable dans la marche de l'aiguille; et, au bout de quelques secondes, on verra la tête d'épingle rebrousser chemin, pour se diriger de nouveau vers l'extrémité de la tige; et alors on n'aura qu'à faire rebrousser chemin à l'extrémité de la tige, pour attirer l'aiguille dans ce sens. On pourra de cette manière faire changer plusieurs fois de direction à l'aiguille, et se convaincre qu'elle obéit non à des courants d'air déterminés par la présence du fer chaud, mais bien à une attraction spéciale à la chaleur elle même. Que si la masse de fer rougie est assez considérable pour vaincre la résistance du contre-poids de l'aiguille en plaçant l'extrémité de la tige sous l'aiguille, on verra celle-ci s'abaisser d'une manière sensible, pour s'approcher de la tige.

4529. Ces mouvements seraient plus rapides, si l'aiguille se composait d'aiguilles d'acier même non aimantées; mais nous avons voulu éviter tout ce qui pourrait présenter la moindre analogie avec les phénomènes spéciaux à l'ancienne théorie de l'aimantation.

4530. Si vous placez, près d'une sphère rougie au feu, une sphère aussi petite que possible d'un métal quelconque, suspendue à un fil, ou mobile sur un pivot, et que vous mettiez en mouvement la grande sphère, vous verrez pivoter la petite dans le sens opposé.

4531. Il est évident que, si vous remplaciez la tige de fer rougie au feu, par une tige de glace, et que vous veniez à procéder comme ci-dessus (4528), l'aiguille suivrait les mouvements de la tige de glace, comme elle a suivi les mouvements de la tige de fer rougie au feu. Car, dans un cas d'attraction mutuelle, c'est le corps mobile, quel qu'il soit, qui suit le corps immobile; et dans ces deux cas c'est toujours l'aiguille qui est mobile; seulement dans l'un elle joue le rôle de corps froid, et dans l'autre celui de corps chaud.

4532. On pourra se faire une idée plus pittoresque encore de la manière par laquelle une sphère liquide attire à elle et enveloppe de ses couches les corps ambiants; on n'aura qu'à observer une gouttelette d'eau jetée sur la poussière, on verra tout à coup les molécules poudreuses s'attacher à la surface de la sphère, et s'avancer, en tournoyant sur sa surface, et en suivant l'orbite de la sphère. Le centre de la sphère principale est alors pour ainsi dire le centre d'un système planétaire commençant.

4533. Cette observation ne doit être acceptée que comme une image fort grossière et fort imparfaite du phénomène, à cause des milliers de perturbations qui s'opposent à sa régularité.

4534. Tant que l'atome A s'enveloppera des couches isolantes de l'atome B, il se rapprochera de ce dernier; mais si, après que le partage se sera achevé, il leur arrive à tous les deux, d'une même source, une nouvelle quantité de calorique qui se répande par égale part autour des deux, ils sembleront s'éloigner et se *repousser* mutuellement, en agrandissant respectivement leur sphère enveloppante, et en augmentant l'espace qui les sépare l'un de l'autre. Que si un troisième corps vient les dépouiller, à son profit, d'une quantité quelconque de la couche qui les enveloppe, ils paraîtront nécessairement se rapprocher et s'attirer mutuellement.

4535. Toute couche isolante s'arrange en sphère autour d'un atome; mais comme elle est élastique, elle a la propriété de se mouler, pour ainsi dire, sur les limites des capacités qui l'emprisonnent et la compriment, tant que le volume de la

capacité est égal au sien ; mais dès que l'espace qui l'enferme devient trop étroit, la compression dépouille la sphère isolante d'une quantité de couches égale à la différence des deux volumes ; et ces couches superflues s'échappent au dehors, pour se répartir sur les corps ambiants, qui se dilatent d'autant. La compression a dégagé ainsi du calorique. Mais si la compression s'exerce sur deux atomes à la fois, les atomes ainsi dépouillés se rapprocheront de toute la quantité qu'ils auront perdue ; et ce rapprochement sera indéfini si la compression est indéfinie ; la substance totale se refroidira et se condensera alors indéfiniment. Sous le choc du marteau (le choc n'est qu'une série de compressions subites), la lame de cuivre dégage du calorique et rapproche ses molécules. Elle augmente indéfiniment de densité, et diminue indéfiniment de volume, en se *refroidissant* indéfiniment (*).

4536. On conçoit de la sorte que les nombres, par lesquels nous désignons les rapports de pesanteur des corps de la nature, que leur densité, en un mot, ne sauraient être considérés que comme l'expression de la circonstance dans laquelle un corps s'est trouvé placé pendant l'expérience, et non comme un caractère invariablement attaché à la constitution spécifique de chacun d'eux ; on conçoit que le cuivre battu pendant une demi-heure, toutes choses égales d'ailleurs, aura une densité bien moins grande que le même morceau de cuivre battu pendant une heure ; mais on conçoit aussi qu'à la longue, le cuivre battu reprendrait sa pesanteur spécifique, aux dépens de l'atmosphère dont il serait enveloppé. Les divergences qu'on remarque entre les résultats obtenus par les divers auteurs, sur la densité du même genre de corps, ne proviennent pas toutes du procédé expérimental et des circonstances accessoires de la manipulation ; et il n'est pas dans la nature deux fragments du même corps qui possèdent exactement la même pesanteur spécifique, s'ils proviennent surtout de deux localités différentes. Les gaz eux-mêmes et les vapeurs présenteront, sous ce rapport, des différences énormes, selon que l'observation aura duré plus ou moins longtemps, et que les variations de la température auront été plus brusques et plus fréquentes, ce qui peut avoir lieu à l'insu de l'observateur.

4537. En conséquence, la densité d'un corps quelconque sera en raison inverse du nombre de couches de même volume dont s'envelopperont ses atomes, le même corps pouvant prendre successivement la densité de tous les autres corps connus, en augmentant successivement le nombre de ses couches, et il passera de l'état solide à l'état liquide, de l'état liquide à l'état de vapeurs, à mesure qu'il acquerra assez de couches enveloppantes pour apparaître, à nos moyens actuels d'observation, sous ces deux dernières formes ; dans tous ces cas, les atomes se trouvant distants entre eux d'un espace égal au diamètre de leur sphère enveloppante, c'est-à-dire d'un espace égal à la racine cubique de deux fois le volume de la sphère. Le volume de la sphère sera donc en raison inverse de la pesanteur donnée par l'expérience. En supposant, par exemple, que le poids de l'hydrogène soit 1, et celui du platine 234,676, le volume de la couche isolante de l'atome d'hydrogène sera 234,676, le volume de la couche isolante de l'atome du platine étant 1. Les atomes d'hydrogène, dans une masse d'hydrogène, seront donc distants entre eux d'un espace égal à $\sqrt{469,352^3} = 77$ environ, et les atomes d'une masse de platine seront distants entre eux d'un espace égal à $\sqrt{1^3}$. Le tableau suivant rendra plus saillants ces rapports de densité et de volume, entre les atomes d'un certain nombre de corps simples, en adoptant pour base du calcul les chiffres classiques de leur pesanteur spécifique.

(*) Cette expression de *se refroidir* appliquée à un corps qui nous semble s'échauffer, pâraîtra contradictoire au premier abord ; elle est rigoureuse, dès qu'on s'est fait une idée exacte du principe ; nous y reviendrons, au sujet des impressions perçues par nos sens.

| NOMS DES SUBSTANCES. | PESANTEUR SPÉCIFIQUE de leurs masses. | VOLUME DE LA SPHÈRE de calorique qui enveloppe l'atome. | DISTANCE QUI SÉPARE les atomes, égale à la racine cubique de |
|---|---|---|---|
| Hydrogène . . . . . . . . . | 1 | 234,676 | 469,352 |
| Azote. . . . . . . . . . . | 14 | 16,664 | 33,328 |
| Air. . . . . . . . . . . . | 15 | 16,149 | 32,298 |
| Oxygène. . . . . . . . . . | 16 | 14,633 | 29,266 |
| Chlore. . . . . . . . . . | 36 | 6,539 | 13,078 |
| Potassium . . . . . . . . . | 9,676 | 24 | 48 |
| Sodium . . . . . . . . . . | 10,873 | 21 | 42 |
| Eau . . . . . . . . . . . | 11,185 | 20 | 40 |
| Phosphore . . . . . . . . . | 19,798 | 12 | 24 |
| Carbone. . . . . . . . . . | 20,134 | 11 | 22 |
| Soufre. . . . . . . . . . | 22,259 | 10 | 20 |
| Diamant. . . . . . . . . . | 39,709 | 6 | 12 |
| Sélénium. . . . . . . . . . | 48,098 | 5 | 10 |
| Iode . . . . . . . . . . . | 55,324 | 4 | 8 |
| Tellure . . . . . . . . . . | 68,400 | 3.40 | 6.80 |
| Antimoine . . . . . . . . . | 73,838 | 3.10 | 6.20 |
| Manganèse. . . . . . . . . | 76,622 | 3.07 | 6.14 |
| Zinc. . . . . . . . . . . | 76,744 | 3.05 | 6.10 |
| Étain. . . . . . . . . . . | 81,555 | 2.87 | 5.74 |
| Molybdène. . . . . . . . . | 82,774 | 2.83 | 5.66 |
| Fer. . . . . . . . . . . . | 87,114 | 2.69 | 5.38 |
| Nickel. . . . . . . . . . . | 92,606 | 2.53 | 5.06 |
| Arsenic . . . . . . . . . . | 92,930 | 2.52 | 5.04 |
| Cobalt. . . . . . . . . . . | 96,242 | 2.45 | 4.90 |
| Cadmium. . . . . . . . . . | 96,241 | 2.43 | 4.86 |
| Cuivre. . . . . . . . . . . | 99,496 | 2.35 | 4.70 |
| Urane. . . . . . . . . . . | 100,671 | 2.32 | 4.64 |
| Bismuth. . . . . . . . . . | 109,866 | 2.23 | 4.46 |
| Argent . . . . . . . . . . | 117,162 | 2.20 | 4.40 |
| Palladium . . . . . . . . . | 126,398 | 1.85 | 3.70 |
| Plomb. . . . . . . . . . . | 126,980 | 1.84 | 3.68 |
| Mercure. . . . . . . . . . | 174,139 | 1.54 | 3.08 |
| Or. . . . . . . . . . . . | 223,490 | 1.09 | 2.18 |
| Platine . . . . . . . . . . | 234,676 | 1 | 1 |

4538. En admettant qu'il n'existe dans la nature qu'une seule espèce d'atomes ; que, partant, les atomes de tous les corps qui nous entourent, aient le même volume et le même poids, et que la différence qui caractérise les innombrables espèces de substances, provienne uniquement du volume de la couche de calorique qui forme la sphère, dont l'atome est le centre ; on voit que, pour que l'atome de platine pût acquérir les caractères de l'hydrogène, il faudrait qu'il s'enveloppât de 38 couches de calorique, de même épaisseur que celle qui le caractérise, et que par conséquent la sphère de calorique, dont il est le centre, augmentât 234,676 fois son volume total, et plus de 77 son diamètre. Dans nos usines et nos laboratoires, il n'existe pas de substance qui soit capable de contenir, sans fondre elle-même, un corps qui absorberait une quantité de calorique nécessaire pour amener cette transformation ; si donc l'hypothèse venait à se réaliser, elle échapperait à notre appréciation, faute de moyens de la maintenir à notre portée ; et la transformation des métaux en or, dont cette théorie fait concevoir la possibilité d'une manière mathématique, sera de longtemps encore, dans la pratique, le rêve de quelques malheureux esprits, qui ne voient pas que l'or cesserait d'avoir la valeur de l'or, du jour où nous aurions trouvé le secret d'en faire nous-mêmes.

4539. On voit encore, par la table ci-dessus, que la capacité qui serait remplie par un atome d'hydrogène, c'est-à-dire par l'atome universel enveloppé d'une sphère égale en volume à 234,676, pourrait contenir, ou 234,676 atomes de platine, c'est-à-dire 234,676 atomes identiques au premier, mais enveloppés chacun d'une couche

de calorique égal à 1 seulement ; ou 223,490 atomes d'or ; ou 174,139 atomes de mercure ; ou 87,114 atomes de fer ; ou 11,185 atomes d'eau, ou 16 atomes d'oxygène ; ou 14 atomes d'azote. On arrivera à concevoir de la même manière que, pour que l'hydrogène acquît la liquidité de l'eau, il faudrait que son atome se dépouillât de près de 38'' de ses couches de calorique, et perdît 234,676 du volume de sa sphère enveloppante. Nous ne saurions avoir à notre disposition un moyen d'abaisser la température ambiante du récipient de l'hydrogène, à un degré capable de soustraire une aussi grande masse de calorique à ce corps. La compression nous permet de réaliser ce phénomène, ainsi que le contact prolongé d'un corps à couche isolante moins volumineuse. Dans le premier cas, nous expulsons le calorique ; dans le second, le calorique se répartit, en vertu des lois de l'équilibre, et l'hydrogène s'en dépouille au profit des atomes avec lesquels il se trouve en contact.

## § III. *Théorie pondérale des combinaisons chimiques.*

4540. Les atomes étant tous égaux en poids et en volume, dans une combinaison quelconque, les rapports de leur nombre seront indiqués par les rapports de poids. Si, par exemple, l'analyse démontre que, dans une combinaison binaire pesant 112,48, l'un des deux éléments rentre pour 100, et l'autre pour 12,48, le nombre d'atomes du premier sera au nombre d'atomes du second : : 100 : 12,48 ; ou bien, en simplifiant les chiffres, : : 8 : 1. Dans la composition de l'eau, qui réalise ces rapports, le nombre des atomes d'oxygène est donc 8, pour 1 atome d'hydrogène.

4541. Le nombre des atomes déterminé, cherchons à nous représenter la disposition qu'ils doivent affecter, pour se grouper en une combinaison stable et régulière. La combinaison n'est que le résultat définitif de l'échange des couches de calorique, entre deux ou plusieurs genres d'atomes qui, auparavant, étaient enveloppés de sphères isolantes d'inégal diamètre ; la combinaison est dès lors synonyme de l'équilibre et du repos. Mais nous avons vu, et cela doit paraître évident au simple énoncé, que le mécanisme de cet échange de calorique s'opère à la manière des mouvements planétaires, l'atome le plus riche en couches isolantes faisant mouvoir, autour de son centre, les atomes qui s'enrichissent à ses dépens, et le dépouillent pour arriver à la parfaite égalité. C'est donc le plus riche qui sera placé au centre de la combinaison, pendant, et par conséquent après ; les autres tournant autour de lui comme tout autant de satellites, jusqu'au repos parfait, qui les surprendra tous dans la même disposition ; car le repos n'est ni une transformation ni un changement de disposition. Toutes les fois donc que le calcul m'aura amené à trouver que telle combinaison offre, dans le nombre des atomes, le rapport de 1 : $x$, l'atome unique devra être admis comme étant placé au centre, et les atomes $x$ comme étant rangés autour de lui.

4542. Appliquons ce résultat théorique à la combinaison de l'oxygène et de l'hydrogène en eau. Nous avons vu (4537) que, toutes choses égales d'ailleurs, l'atome d'hydrogène est enveloppé d'une couche isolante d'un volume égal à 234,676, tandis que l'atome de l'oxygène n'est enveloppé que d'une couche isolante d'un volume égal à 14,650 ; que le volume de la sphère du premier est au volume de la sphère du second, dans le rapport de 16 à 1. Lorsque les deux gaz seront mêlés ensemble, c'est l'atome d'hydrogène qui attirera les atomes d'oxygène, qui sera le centre planétaire, dont les atomes d'oxygène seront les satellites (4527) ; le nombre de ceux-ci me sera fourni par l'expérience pondérale, qui l'élève à 8 ; c'est-à-dire que le repos est arrivé, que l'équilibre s'est trouvé rétabli, que la combinaison enfin a été parachevée, quand l'atome d'hydrogène a eu cédé, aux atomes d'oxygène, assez de couches enveloppantes par égale part, pour que 8 de ces derniers se rangent autour du sien. Dans ce cas, la molécule aqueuse, si notre vue était assez subtile pour aborder un infiniment petit, la molécule aqueuse se présenterait avec la structure cristallographique de la fig. 22, pl. 20. Ou bien, il pourrait se faire qu'en vertu des lois de l'équilibre, les 8 atomes d'oxygène jouissent de la propriété de dépouiller l'hydrogène de toutes les couches isolantes, qu'ils pourraient s'approprier jusqu'à parfaite égalité entre eux, jusqu'à ce qu'ils arrivassent au contact les uns des autres, et, dans ce cas, la forme cristallographique de la molécule composée serait celle de la fig. 23, pl. 20 ; ou l'atome d'hydrogène serait tenu emprisonné, dans l'espace compris entre 8 atomes d'égal volume, et se touchant entre eux par trois points équidistants de leur surface.

4543. Dans ce cas, la combinaison des deux ordres d'atomes ne serait durable, qu'autant qu'un troisième corps ne s'introduirait pas dans le mélange ; car alors la nécessité d'une nouvelle répartition de calorique ne manquerait pas de

troubler cet équilibre, de déranger cet appareil, et de produire des combinaisons nouvelles.

4544. Il n'en serait plus de même, si le calorique, au lieu de se répartir ainsi, venait, par une cause quelconque, non-seulement envelopper chaque atome de ce mélange, mais encore tout le système lui-même, en se répandant autour de la molécule, comme autour d'un atome seul. La molécule jouerait, dès lors, par rapport à toutes les substances qui désormais seraient dans le cas d'arriver à son contact, le rôle d'un atome simple. L'hydrogène et ses 8 atomes d'oxygène seraient, dès ce moment, transformés en molécule susceptible de devenir liquide, en molécule d'eau.

4545. La compression produit ce rapprochement intime; la bluette électrique aussi, qui ne procède en ce cas que par l'effet de la compression et de la violence du choc. La compression rapproche entre eux les éléments de ce système planétaire; elle force à la vérité une quantité de couches enveloppantes à s'échapper au dehors; mais elle amène la portion qui reste, à se distribuer en atmosphère générale, autour de chaque système de même nom, et à donner à chaque molécule les habitudes d'un atome simple, pour se comporter, avec les molécules d'un autre ordre de substances et pour former des combinaisons du second ordre, de la manière dont les atomes de nom contraire se comportent entre eux, pour former des molécules du premier ordre.

4546. Oxydes et acides. — Que l'on soumette à l'action de l'air, une masse de plomb liquéfiée par le feu; on en verra bientôt la superficie jaunir, devenir pulvérulente; il se produira une combinaison de plomb et d'oxygène, un oxyde de plomb. L'oxygène, dans la formation de cette combinaison, doit fournir l'atome central; car la sphère de calorique qui l'enveloppe a un volume de 14,633, le volume de l'atome de plomb à la même température n'étant que 1,84; et la quantité dont l'augmente la chaleur artificielle, augmentant proportionnellement le volume de l'atome d'oxygène ambiant. Les atomes de plomb se rangeront donc comme tout autant de satellites autour de l'atome central d'oxygène; à la faveur de la constance artificielle de la température ambiante, l'atome central pourra communiquer, aux atomes satellites, une quantité de ses couches de calorique telle, qu'il s'établisse entre eux tous une parfaite égalité de volume; et lorsque le refroidissement viendra surprendre ce système, et enlever une quantité égale de calorique à tous ses éléments, il se trouvera que l'atome d'oxygène sera enveloppé par douze atomes de plomb, nombre de sphères qui peuvent se ranger autour d'une autre sphère d'égal diamètre, comme on le voit sur la fig. 24, pl. 20, qui représente une calotte du système. L'expérience de nos laboratoires nous donne, pour les rapports de l'oxyde de plomb, 100 d'oxygène et 1294,498 de plomb; en retranchant de ce dernier nombre 94,498, pour les raisons que nous expliquerons ci-dessous, nous aurons 12 atomes de plomb, pour 1 atome d'oxygène, qui se trouvera au centre du système.

4547. Il en est tout autrement à l'égard des acides; c'est l'oxygène qui fournit les satellites, et l'autre corps l'atome central. En effet, en appliquant le calcul de la théorie pondérale (4540) à l'acide carbonique, qui, d'après les analyses les plus exactes, paraît se composer en poids, de 76,52 de carbone et de 200 d'oxygène, on arrive à ce rapport :: 1 de carbone : à 3 d'oxygène environ; le système affecterait donc la forme de la fig. 25, pl. 20.

4548. En conséquence, dans les acides, l'oxygène occuperait la circonférence du système; et dans les oxydes, au contraire, le centre.

4549. Mais il est une circonstance, qui sera capable de masquer la simplicité de ces résultats, et qui pourtant n'en sera que la continuation indéfinie; elle a été totalement négligée par les auteurs de la théorie atomistique, quoique pourtant il soit impossible de faire la moindre expérience, sans être forcé d'en apprécier l'importance; je veux parler de la dissolution d'un radical, dans une combinaison acide ou oxyde, et par conséquent dans sa propre combinaison avec l'oxygène. Nous savons en effet, par exemple, que l'acide sulfurique peut dissoudre l'iode, le chlore, etc.; que l'acide hydrochlorique et l'acide nitrique peuvent dissoudre des quantités appréciables de soufre. Pourquoi se refuserait-on à admettre que l'acide sulfurique puisse dissoudre une certaine quantité de soufre? Si cela arrive, il est évident que la dissolution prendra des caractères différents, en raison des proportions indéfinies du mélange; et si, sans tenir compte du mode selon lequel le soufre surajouté existe dans la solution, nous cherchons à évaluer pondéralement les quantités respectives de soufre et d'oxygène qui la forment, nous serons exposés à voir autant d'acides divers de même radical, que la quantité de soufre en dissolution sera plus considérable. Aussi sous ce rapport, le nombre des acides ayant le soufre pour radical nous paraît

indéfini, le chiffre auquel on s'est arrêté n'étant fondé que sur des points de repos purement arbitraires ; et nous sommes autorisé à croire même qu'il est impossible d'obtenir l'acide sulfurique exempt de fleur de soufre en dissolution.

4550. En effet, exposez au feu, dans un matras en verre plein d'acide sulfurique le plus pur, un fragment de soufre; celui-ci fondra d'abord sans sembler se mêler à l'acide; il deviendra rouge brun, puis rose, en formant une lentille biconvexe qui touchera à peine le fond du matras, et analogue à une lentille transparente de grenat ; l'acide répandra des vapeurs sulfureuses et suffocantes, comme si l'on faisait fondre le soufre tout seul. Par le refroidissement la lentille se prendra en un culot cylindrique très-large, en une espèce de lentille légèrement concavo-convexe et de couleur jaune. On observera alors des gouttelettes de soufre condensées au goulot, en petites lentilles liquides vertes comme la tourmaline, offrant dans leur intérieur, comme des espèces de croix, par la double réfraction, et qui se solidifieront par le refroidissement. L'acide refroidi paraîtra laiteux ; et, examiné au microscope, il offrira des myriades de globules de soufre tenus en suspension, affectant environ un millième de millimètre, et voguant dans cet océan comme tout autant d'animalcules(650). Ainsi que tous les globules tenus en suspension, ces myriades de globules de soufre tendent à se précipiter ; une goutte d'eau distillée, versée dans le matras, accélère cette précipitation, puisque la goutte d'eau distillée diminue la densité de l'acide.

4551. Mais observez que tant qu'a duré l'élévation de température, l'acide était resté transparent, et que par conséquent toute la quantité de soufre qui s'en est précipitée, par le refroidissement, s'y trouvait en dissolution parfaite; la quantité qui s'est précipitée sous forme globulaire ne représente donc que la quantité que l'acide sulfurique ne saurait dissoudre à la température ordinaire, et non pas toute la quantité que l'acide doit tenir en dissolution; en sorte que, si on abaissait successivement la température, on obtiendrait successivement de nouvelles quantités de précipité ; cela est évident. Si, en ramenant la température du point de fusion, à la température ordinaire, nous obtenons un départ toujours croissant de substance, il est évident qu'en abaissant la température ambiante au-dessous du degré de la température ordinaire, nous devrons voir se continuer sous nos yeux cette progression. Donc, à la température ordinaire, l'acide sulfurique retient du soufre en dissolution, car en se formant il s'est trouvé en contact avec des quantités assez considérables de soufre à une température élevée; donc nous pouvons le considérer comme un mélange d'acide sulfurique radical et d'une quantité variable de soufre non combiné avec l'oxygène; quantité qui sera dans le cas de prêter au mélange des caractères très-variables et capables de se ranger, au catalogue de la nomenclature, sous des noms divers.

4552. Nous pourrons donc considérer l'acide (4548) sulfurique radical comme composé, ainsi que l'acide carbonique, de 1 atome de soufre central et de 3 atomes d'oxygène, rangés autour de lui en qualité de satellites. Dès ce moment l'*acide sulfurique* de nos laboratoires équivaudra à l'acide sulfurique radical, tenant en dissolution 1 atome de soufre; l'*acide sulfureux*, à l'acide sulfurique radical, tenant en dissolution 2 atomes de soufre ; l'*acide hyposulfureux*, à l'acide sulfurique radical tenant en dissolution 5 atomes de soufre ; l'*acide hyposulfurique*, acide très-indécis et très-variable, étant un des mille intermédiaires entre l'acide sulfurique du laboratoire et l'acide sulfureux.

4553. Tous les autres acides d'une autre dénomination peuvent évidemment être ramenés à la même simplicité, par suite de cette considération.

4554. Il en est de même des divers OXYDES de même radical, dont le nombre n'est, on le sait, rien moins qu'arrêté au catalogue. L'oxyde devenu liquide doit nécessairement dissoudre le radical devenu liquide à son tour ; car il est de la nature de deux liquides de se dissoudre réciproquement ; l'oxyde de plomb, soumis à une température assez élevée pour entrer en fusion, hors du contact de l'air, dissoudra donc une certaine quantité de plomb qu'il trouvera en fusion ; la masse qui en résultera présentera et aux réactions, et à l'analyse chimique, des caractères distinctifs qui ne seront pourtant que le résultat des quantités respectives du dissolvant et de la portion dissoute ; nous aurons de la sorte au catalogue plusieurs oxydes de plomb, plusieurs oxydes de fer, etc.

4555. Si maintenant nous reportons notre esprit sur l'identité pondérale des atomes de tous les corps de la nature, nous pourrons concevoir que les acides et les oxydes ne diffèrent respectivement entre eux que par le nombre d'atomes d'oxygène qui envelopperont l'atome central, dans le premier cas, et par le nombre d'atomes, dont l'atome d'oxygène central sera enveloppé,

dans le second cas. En désignant donc par O l'atome d'oxygène, et par $\beta$ l'atome de tout autre corps, nous aurons une série de combinaisons indéfinies d'oxydes et d'acides, selon que O sera enveloppé par 2, 3, 4, 5, etc. etc. $\beta$; ou que $\beta$ sera enveloppé par 2, 3, 4, 5, etc. O; en sorte qu'avec deux ordres seuls d'atomes, c'est-à-dire qu'avec deux atomes revêtus de deux couches d'inégales épaisseurs de calorique, nous arriverons à concevoir que puissent se réaliser toutes les combinaisons que les catalogues chimiques étalent à nos yeux. Pour simplifier la formule, et pour que l'innovation contraste moins avec les formes du langage reçu, nous remplacerons le signe $\beta$, par les signes adoptés en chimie pour désigner les corps supposés simples, en ayant soin de placer, en tête de la formule, le signe de l'atome central, et, au second membre, les signes des atomes satellites. Ainsi C 3 O = acide carbonique, signifiera que l'atome de carbone sera central par rapport aux trois atomes d'oxygène. Le signe + qui suivra, marquera la quantité du radical $\beta$ que l'acide ou l'oxyde est censé tenir en dissolution. La table suivante, dressée d'après ces données, se fonde sur les résultats analytiques de la table adoptée par les auteurs de la théorie atomistique, que nous avons décrite page 181 du 1er volume du présent ouvrage; nous y renvoyons nos lecteurs. Les termes des formules que nous hasardons ne sauraient être considérés que comme des approximations déduites des résultats analytiques, qui ne sont rien moins que constants, quoi qu'on en dise dans les livres classiques.

## 4556. FORMULES PONDÉRALES DES

**ACIDES.**

C 3O=acide carbonique.
C 3O+C=oxyde de carbone.
S 3O=acide sulfurique radical.
S 3O+ S=acide sulfurique ordinaire.
S 3O+2S=acide sulfureux.
S 3O+5S=acide hyposulfureux.
P 3O=acide phosphorique radical.
P 3O+2P=acide phosphorique de laboratoire.
P3O+3P=acide phosphoreux.
P 3O+4P=acide hypophosphoreux.
N 3O=acide nitrique.
N 3O+N =acide nitreux.
Cl 3O+Cl=acide chlorique.
As 3O+8As=acide arsénique.
As 3O+10As=acide arsénieux.
B 3O=acide borique.
I 3O+14 I=acide iodique.
Mn 3O+2Mn=acide manganésique.

**OXYDES.**

O 2Ma=magnésie.
O 3Al=alumine.
O 3Na=
O 3Ca=chaux.
O 3K=potasse.
O 3Fe=fer oligiste.
O 4Fe=protoxyde de fer.
O 4Mn=manganèse.
O 3Co=sesquioxyde de cobalt.
O 3Co+Co=oxyde de cobalt.
O 4Ni=oxyde de nickel.
O 4R =oxyde de rhodium.
O 2Cu =peroxyde de cuivre.
O 4Cu =oxyde de cuivre noir.
O 7Cu =oxyde de cuivre rouge.
O 7Sn =oxyde d'étain.
O 6Sr =strontiane.
O 8Ba=baryte.
O 8Bi =oxyde de bismuth.
O 8Au=oxyde d'or.
O 12Pt=oxyde de platine.
O 12Pb+Pb=oxyde de plomb.
O 12Ag+Ag=oxyde d'argent.
O 24Hg=oxyde de mercure.

4557. La conséquence chimique qui découle immédiatement des formules précédentes, c'est que, lorsque l'acide s'unit à l'oxyde, la disposition des radicaux et des bases est telle que le radical de l'acide se trouve en présence et en contact avec l'oxygène central de l'oxyde, et que les atomes radicaux de l'oxyde se trouvent en contact avec les atomes d'oxygène de l'acide. Nulle part les atomes de l'oxygène de l'acide ne se trouvent en contact avec les atomes d'oxygène de l'oxyde. Ce qui rentre tout à fait dans la manière dont on comprend les phénomènes d'affinité et d'attrac-

tion; en sorte que la molécule d'acide et la molécule d'oxyde jouent le rôle de deux éléments de nom contraire de la pile, puisqu'elles ne peuvent se rapprocher que par leurs atomes de nom contraire. Les figures 25 et 26 rendront ces rapports graphiques, la figure 25 étant le tracé de la formule de l'acide carbonique, et la figure 26 celui de la formule de l'oxyde de calcium ou chaux.

4558. Passons aux formules de quelques autres combinaisons binaires obtenues par suite des applications de la théorie pondérale. Nous allons les réunir sur la table suivante.

COMBINAISONS BINAIRES DE L'HYDROGÈNE ET DU SOUFRE.

HYDROGÈNE.

H 8O=eau.
H 5N=ammoniaque.
H 36Cl (*)=acide hydrochlorique.
H 3C=hydrogène carboné.
H 6C=hydrogène bicarboné.

SOUFRE.

S 5Fe=sulfure de fer radical.
S 3Fe+10Fe=sous-sulfure de fer.
S 3Fe+S=sulfure ferreux.
S 3Fe+2S=bisulfure de fer.
S 4Cu=sulfure de cuivre.
S 4Cu+S=sulfure cuivrique.
S 4Cu+2S=bisulfure de cuivre.
S 4Cu+9S=persulfure de cuivre.
S 4Cu+Cu=sous-sulfure de cuivre
S 4Mn+S=sulfure manganeux.
S4 Sn=sulfure stanneux.
S 4Sn+S=bisulfure d'étain.
S 6Pb=sulfure de plomb.
S 6Ag=sulfure d'argent.
S 6Pt=sulfure de platine.
S 6Pt+S=bisulfure de platine.
S 6Hg=sulfure de mercure.
S 6Hg+Hg=sous-sulfure de mercure.

4559. On voit, par ce petit nombre d'exemples, que dans les sulfures l'atome de soufre occupe la place de l'oxygène dans les oxydes; et que l'atome de l'hydrogène occupe, dans tous ses composés binaires, la même place que dans l'eau : qu'il est toujours le centre d'un système quelconque. L'espace nous manque pour pousser plus loin la liste de ces curieux rapprochements.

## § IV. *Dissolution et solution.*

4560. Admettons qu'une masse liquide se trouve plongée dans une atmosphère, qui n'ait plus à lui enlever ou à lui céder du calorique; le plus parfait repos régnera dans les molécules de la masse liquide; elles seront toutes dans un équilibre qui ne permettra pas le moindre déplacement, une fois que la pesanteur de l'atmosphère aura passé le niveau à la surface; mais que tout à coup il survienne, dans un point quelconque de l'atmosphère ambiante, une somme quelconque de nouvelles couches isolantes, la molécule liquide la plus voisine de ce point commencera à soustraire, à son profit, les couches isolantes de surcroît, et à se mettre en mouvement sur son axe, à déplacer les molécules ambiantes en augmentant de diamètre, à les mettre à leur tour en mouvement, en leur cédant par un point les couches de calorique qu'elle reçoit par un autre; et si la source de calorique ne s'épuise pas, il arrivera que le mouvement se communiquant de proche en proche, il s'établira, dans la masse liquide, des déplacements continus qui formeront des courants ascendants et descendants d'après les lois des résultantes. Si la chaleur arrivait à la molécule centrale par un fil isolé, cette molécule deviendrait, pour ainsi dire, le soleil dont toutes les autres seraient les planètes, avec un nombre variable de satellites.

4561. Dans l'état actuel de notre constitution atmosphérique, il est physiquement impossible de réaliser une condition qui permette au liquide le repos absolu, dont nous avons parlé dans le premier membre de l'alinéa qui précède; car il est impossible de la placer, de manière qu'elle ne reçoive pas du calorique d'un côté pour en céder de l'autre, la lumière ne pouvant arriver sur elle que par un point de sa surface, et non par tous à la fois. Toute masse gazeuse ou liquide, dans l'état actuel de l'atmosphère, est donc dans un mouvement continu, variable et indé-

(*) Ce nombre indique suffisamment que la composition classique de l'acide hydrochlorique est fautive.

fini; et il n'est pas deux de ses molécules qui puissent jamais être considérées comme possédant exactement le même nombre de couches enveloppantes ou isolantes, c'est-à-dire de couches de calorique.

4562. Appliquons cette donnée à l'hypothèse d'une masse de liquide, en contact avec un de ces corps solides, que nous savons être susceptibles de dissolution. La molécule liquide, immédiatement en contact avec les molécules solides, commencera à céder de ses couches isolantes à celles-ci, à tourner par conséquent sur son axe, les entraînant dans son orbite, leur imprimant également un mouvement de rotation sur leur axe, et cela jusqu'à ce que la molécule centrale et les molécules satellites aient acquis toutes un volume égal. A cette époque, si le système équilibré se trouvait isolé dans l'espace, il serait condamné à un indéfini repos. Il n'en est point ainsi dans la masse liquide; et le système équilibré se trouve en contact avec les molécules liquides riches d'un volume de calorique, qui n'a pas encore rencontré l'occasion de se partager; le système va donc se mouvoir en satellite autour de l'une quelconque de ces molécules vierges, comme les molécules solides s'étaient mises en mouvement autour de la molécule centrale; la molécule équilibrée s'enveloppera donc des couches de calorique de la molécule vierge, jusqu'à ce que les deux soient arrivées à un volume égal; et si, comme cela doit être, la molécule équilibrée n'est pas unique, la molécule vierge deviendra le soleil, le centre de mouvement d'autant de molécules équilibrées que sa surface pourra en admettre; et ce système ternaire arrivera à son tour au repos de l'équilibre, dès que les molécules satellites auront acquis un volume de calorique égal entre elles, et dont la masse soit égale au volume de calorique de la molécule centrale. Dès ce moment, le système ternaire deviendra le satellite d'une nouvelle molécule vierge; et ainsi de suite, jusqu'à ce que les molécules liquides manquent à la calorification des molécules solides, et *vice versâ;* la dissolution sera complète pour ce cas, et le liquide reprendra son repos.

4563. Si les molécules solides se trouvaient en quantité indéfinie, il arriverait un point de partage calorifique qui prendrait tous les caractères de la solidification; la masse se prendrait en une espèce de cristallisation, dont la molécule liquide formerait une partie intégrante; c'est-à-dire que la molécule liquide aurait, en se partageant, perdu le volume de couches isolantes qui lui imprimait le caractère liquide. Cette hypothèse se réalise par la pression qu'exerce la masse d'eau sur les couches inférieures des profondeurs de la mer; les molécules de celle-ci se trouvent tellement rapprochées, tellement dépouillées de couches enveloppantes, qu'elles acquièrent la dureté, la densité, et, pour ainsi dire, l'impénétrabilité du granit.

4564. Une circonstance mécanique de la dissolution que chacun aura pu remarquer, rentre tout à fait dans le domaine de la théorie précédente. Jamais la dissolution n'est plus rapide que lorsqu'on imprime au liquide un mouvement de rotation; jamais elle n'est plus complète que dans un vase sphérique ou cylindrique; le liquide qui occupe les angles internes des vases quadrangulaires échappant beaucoup plus longtemps, que toute autre portion, à la répartition du calorique qui se fait entre les molécules liquides et les molécules solides.

## § V. *Vaporisation et gazéification.*

4565. La molécule solide devient liquide, toutes les fois qu'elle s'enrichit de couches isolantes, qui lui communiquent un volume plus grand, et lui impriment la faculté du mouvement rotatoire, par cela seul qu'elle peut alors céder d'un côté le flux qu'elle reçoit de l'autre. Si cet afflux de molécules de calorique continue à lui arriver, son diamètre s'accroît d'autant, et d'une manière indéfinie; elle devient plus volumineuse et moins visible; dès qu'elle est invisible pour nous, elle prend le nom de vapeur. L'atome, à l'état de vapeur, ne diffère de l'atome à l'état de liquide, que par le diamètre de la sphère de calorique qui l'enveloppe et l'isole de ses congénères; et comme cet accroissement de volume peut être indéfini, il s'ensuit que la vaporification n'a pas de terme possible, et que la puissance de la vapeur n'a de bornes que dans l'impuissance où nous sommes de trouver des vases, dont les atomes, à une certaine température, ne deviennent pas susceptibles de se liquéfier et de se vaporiser.

4566. La puissance de la vapeur résulte de l'écartement indéfini des molécules, à mesure que le calorique continue à les envelopper également; l'augmentation de la sphère de calorique en diamètre peut être comparée à un coin introduit entre deux leviers de force égale.

4567. Les gaz, ou vapeurs permanentes, ne diffèrent de la vapeur proprement dite, que par le diamètre des couches isolantes qui les enve-

loppent. Les gaz conservent leurs formes de vapeurs plus longtemps que les vapeurs proprement dites, parce que le volume des couches isolantes qui enveloppe chacun de leurs atomes est assez grand pour n'être pas trop modifié par le contact des molécules atmosphériques, et pour pouvoir se mettre en équilibre avec elles, sans descendre au diamètre qui caractérise les molécules liquides. Chez les vapeurs, l'atome n'est pas tellement enrichi de couches enveloppantes qu'elles puissent conserver le diamètre qui les maintient à l'état de vapeur; dès que la source artificielle de calorique vient à tarir, il doit se mettre en équilibre avec les atomes des couches ambiantes de l'atmosphère. Chaque afflux de calorique qui fait monter le liquide thermométrique d'un degré centigrade, apporte à l'atome de gaz ou de vapeur une couche isolante équivalant à 0,00375 du volume de la couche isolante qui l'enveloppait auparavant.

4568. La vapeur est ramenée plus vite à l'état liquide que le gaz; leur différence est dans la durée; mais si l'on soustrait à l'une et à l'autre une quantité suffisante de couches isolantes, soit par le contact d'un corps solide et froid, soit par la compression, on les ramène à l'état liquide, dès que leurs atomes n'ont plus, en couches de calorique, que le volume d'une molécule liquide.

4569. Il n'est pas de corps dans la nature qui ne puisse passer par tous ces états, de l'état solide à l'état liquide, de l'état liquide à l'état de vapeurs, et de l'état de vapeurs à l'état de gaz. La distinction que nous avons établie entre les corps fixes et les corps volatils n'est qu'une distinction conventionnelle et par rapport à nos moyens de manipulation; les corps fixes sont des corps que nous ne saurions rendre volatils qu'en volatilisant les vases destinés à recueillir leurs vapeurs; mais leurs vapeurs se produisent réellement à certaines températures dans nos fourneaux; là, le plomb, le fer, la silice, et les corps les plus fixes, passent à l'état de vapeurs, et vont se sublimer à des distances assez considérables.

## § VI. *Cristallisation.*

4570. La cristallisation diffère de la solidification; celle-ci a lieu, quand toute la masse se solidifie à la fois, l'autre quand une portion seule se solidifie dans un liquide. La cristallisation est une solidification qui a pour atmosphère un liquide; la solidification est une cristallisation qui a pour atmosphère l'air. La solidification est l'état de la substance qui se prend en masse; la cristallisation n'est qu'une solidification partielle. Dans la solidification, les molécules sont surprises, pour ainsi dire, dans leur mouvement de rotation universelle; on les trouve rangées en emboîtements concentriques, comme les organes. Dans la cristallisation, les molécules se disposent, pour ainsi dire, bout à bout, et en rameaux qui se prolongent, s'écartent, se multiplient, en vertu des circonstances variables à l'infini d'une même et unique cause, qu'il nous sera facile maintenant d'évaluer.

4571. Nous avons dit que le liquide enfermé dans un vase n'est pas enveloppé d'un milieu tellement uniformément enrichi de calorique, que l'échange entre le contenu et le contenant se fasse par des règles constantes; de là il arrive que les courants de déperdition et d'accroissement, d'addition et de soustraction s'établissent dans les directions les plus variées; la solidification a lieu dans le sens de ces directions; de là les rayonnements et les formes cristallographiques si variables des substances de même composition.

4572. Nous pouvons reproduire, par des moyens mécaniques, les effets de ces influences physiques sur les formes variées de la cristallisation. Soit par exemple une gouttelette de la solution concentrée d'une substance susceptible de cristalliser, de sucre spécialement (3182); si nous la déposons sur une lame de verre, de manière à n'altérer en rien la régularité de sa sphéricité, et qu'elle ne s'y aplatisse que par l'effet de sa propre pesanteur, le sucre cristallisera en une rosace régulière de doubles pyramides rayonnantes, et telles que le représente la figure 26, pl. 17.

4573. Mais, qu'à l'aide d'une pointe d'aiguille, nous étendions une portion de la gouttelette hors de la sphère; lorsque la cristallisation se sera effectuée, nous trouverons que la régularité de la rosace a été dérangée de ce côté, et que le cristal est muni d'un prolongement excentrique.

4574. Si nous éparpillons la gouttelette en divers sens, la cristallisation affectera la configuration générale que nous aurons donnée au liquide; et les cristaux se trouveront groupés entre eux dans ce sens.

4575. Eh bien! la direction des courants dans le liquide est équivalente à cette direction imprimée aux parties diverses de la gouttelette sur une lame de verre; c'est là la cause qui tiraille, pour ainsi dire en tous sens, la molécule amenée à l'état solide, par la soustraction des couches iso-

lantes qui la rendaient liquide ; c'est là la cause qui détermine cette variation à l'infini des formes cristallographiques d'une même substance, et qui fait que, dans nos laboratoires, il nous arrive si rarement de reproduire les formes cristallines des minéraux que nous tirons des entrailles de la terre ; que les formes mêmes des minéraux sont si différentes, selon que leur cristallisation s'est effectuée à telle ou telle profondeur, dans tel ou tel terrain géologique, et dans telle ou telle direction d'un filon souterrain.

4576. Il est curieux d'observer la cristallisation qui se forme en même temps que la gouttelette s'étend, en obéissant à la pente du plan sur lequel elle repose ; on voit le liquide cristalliser sous ses yeux et le cristal s'allonger, à mesure que le filet liquide s'avance, offrant une tige qui se développe pour ainsi dire, et n'offre jamais de bout pyramidal, mais se nuance de telle manière avec le liquide qui continue sa route, qu'on ne sait distinguer, entre la portion cristallisée et la portion liquéfiée, la moindre ligne de démarcation ; la pyramide ne se forme que lorsque le liquide ne coule plus ; elle résulte du dernier allongement de l'extrémité liquide, du dernier tiraillement de la pesanteur qui, ainsi que sur les corps élastiques, amène un corps quelconque liquide à la forme acuminée. Ainsi, la même substance qui, vers la partie la plus élevée du plan incliné, se prend en cristaux d'un certain calibre, s'étire par la partie la plus basse en filets d'une minceur incalculable, d'autant plus grêles qu'ils sont plus longs, d'autant plus serrés en faisceaux que la pente a été plus rapide ; et si l'on dérange la pente, on les coude en dendrites, dont la divergence est en raison de l'angle que la nouvelle pente fait avec la pente précédente.

4577. Nous avons eu déjà l'occasion de citer un cas de cristallisation artificielle, qui, si peu saillant qu'il paraisse au premier abord, est capable de mettre sur la voie de la théorie de toutes les autres précipitations cristallines. Nous avons vu que, si l'on fait arriver une goutte d'acide sulfurique sur une gouttelette d'une dissolution concentrée de sucre, celle-ci se prend presque aussitôt en une masse cristalline. L'acide sulfurique a produit cet effet non seulement par son avidité pour l'eau, mais encore parce que cette avidité se satisfait, pour ainsi dire, d'une manière qui favorise la cristallisation ; car autrement le sucre durcirait, sans cristalliser, il se dessécherait en quelque sorte, sans disposer ses molécules symétriquement.

4578. Dans toute espèce de groupes de cristaux, il est facile de remarquer un point central, qui est le point de départ de tout le système, le pivot de la cristallisation. Il apparaît au microscope, comme un point typographique, comme un point noir, et il réfracte les rayons lumineux par lui-même, et non par un de ces effets illusoires provenant de la proéminence de la surface. Nous l'avons marqué sur les figures 20, 21, 22, 23, 26, pl. 20. Mais il est plus visible encore sur les cristaux groupés à la manière de la figure 9 de la même planche. Nous allons comprendre que c'est là le point central de tout système qui tend à cristalliser, et que toute cristallisation, si compliquée qu'elle paraisse, peut être assimilée à un système astronomique refroidi, dont toutes les sphères se seraient rapprochées du centre, par la seule suppression des espaces respectifs qui les tenaient toutes à distance. En effet, nous venons de voir qu'une dissolution est un monde de systèmes, dont les plus riches en calorique deviennent le centre d'attraction, pour me servir de l'expression de l'école, de tous les mondes moins riches en couches enveloppantes ; que dès que l'équilibre est rétabli entre tous les atomes d'un système, et que le système est devenu molécule, cette molécule devient le centre ou la planète d'une autre molécule, selon qu'elle est plus ou moins riche en couches enveloppantes qu'elle ; que, quand l'équilibre se sera rétabli entre ces systèmes de second ordre, la masse deviendra le centre ou la planète d'un système ou de plusieurs autres systèmes plus ou moins riches en couches enveloppantes ; et ainsi de suite indéfiniment.

4579. La cristallisation n'étant que l'état d'équilibre d'un système semblable, devra toujours présenter un centre et des prolongements, dont la longueur et la dimension dépendront de la direction et de la force des courants soustracteurs de calorique, que l'on me passe cette expression. Or, comme c'est la molécule liquide du menstrue qui devient le centre de la dissolution, c'est la molécule du menstrue qui sera le centre des diverses cristallisations. La proportion du menstrue de cristallisation, de l'eau de cristallisation par exemple, variera donc en raison du volume des cristaux, et du nombre des systèmes amenés à l'équilibre, et de l'époque de la dissolution à laquelle la cristallisation aura surpris la masse cristallisée.

4580. La manière dont nous avons conçu le mécanisme selon lequel les atomes se groupent dans les combinaisons chimiques, est la seule qui

jusqu'à ce jour ait pu concorder tellement avec les données cristallographiques, qu'il est permis d'entrevoir une époque où les deux théories atomistique et cristallographique se prêteront un mutuel secours.

4581. Nous avons vu par exemple que l'oxyde de plomb pouvait résulter du groupement d'un atome central d'oxygène et de douze atomes de plomb; à l'état d'équilibre, et lorsque la soustraction d'une certaine somme de couches isolantes a amené le système à subir une compression atmosphérique sur chacun des atomes de la périphérie, le système cristallographique sera nécessairement le dodécaèdre, qui est le caractère de l'oxyde de plomb obtenu dans certaines circonstances du laboratoire, celui du protoxyde spécialement. L'oxyde que l'on désigne sous le nom de sesquioxyde, et qui résulterait, d'après notre théorie, du groupement de 8 atomes de plomb autour d'un atome d'oxygène, doit cristalliser en octaèdre, et celui qu'on désigne sous le nom de peroxyde de plomb en hexaèdre.

4582. Mais le rapport des angles d'un système quelconque variera à l'infini, selon que le courant soustracteur de calorique aura tiraillé le système plus dans un sens que dans un autre, et amené bout à bout un plus grand nombre de groupes de même dimension; par l'effet de l'élasticité des couches enveloppantes et de la compression exercée par le liquide qui forme l'atmosphère ambiante, les molécules composées se comprimant et s'agglutinant par un plan perpendiculaire à l'axe du prolongement, et formant ainsi, en s'ajoutant bout à bout, des prismes à tel ou tel nombre de faces, jusqu'au point où se trouvera la molécule la dernière de toutes, qui, n'étant plus comprimée par une autre, mais s'étirant de toute la puissance de ses dimensions, formera une pyramide d'autant de faces, qu'elle en aurait fourni au prisme, si elle ne l'avait pas terminé; et l'acuité de cette pyramide dépendra de la promptitude de la cristallisation, et de la force selon laquelle le calorique aura été soustrait à la colonne liqnide.

4583. On a attaché une grande importance à la mesure goniométrique des cristaux que nous ne sommes pas dans l'habitude de reproduire dans nos laboratoires, et que nous tirons du milieu subterranéen. Cette importance s'évanouit totalement, quand on s'applique à déterminer la mesure des cristallisations qui s'opèrent sous nos yeux. Ce caractère varie en effet dans des limites incalculables; car, pour les reproduire, nous n'opérons pas deux fois dans les mêmes conditions. J'ai donné un exemple de ces variations dans la cristallisation du sucre (3182); elles ne se prêtent à aucune règle précise sur le porte-objet du microscope; et lorsque la cristallisation s'opère dans la dissolution en masse, comme à l'égard du sucre candi, quoique la forme générale reste constante dans ce milieu, et qu'elle s'arrange en une double tablette de chocolat du commerce parisien (fig. 30, pl. 20), cependant, on observe que les angles divers de ce décaèdre modifient à l'infini leur ouverture, selon que la tablette diminue d'épaisseur et s'étend en surface (3182). Mais lorsque la cristallisation a lieu non plus autour d'un fil placé dans la dissolution, qui détermine un courant soustracteur régulier; mais sur une lame de verre, où les courants soustracteurs ne sauraient s'établir que de bas en haut, les dix atomes qui, chez la première forme, se prêtent à l'impression des dix faces, ces dix atomes refoulés en haut, autour d'un centre quelconque de cristallisation ou de la plus petite impureté conductrice de calorique, s'étirent dans deux sens opposés, et forment un prisme, dont la surface horizontale a aussi sa pyramide à facettes variables à l'infini (fig. 22, 23, 24, pl. 20).

4584. La lumière et la chaleur influeront donc sur la formation et les caractères goniométriques de la cristallisation; voilà pourquoi, si vous ne laissiez parvenir le jour que par un point sur la dissolution, tous les cristaux sembleraient se diriger vers le côté d'où vient la lumière, car c'est par là que s'est établi le courant qui a déterminé la soustraction du calorique.

Les combinaisons que nous obtenons à l'état cristallin, dans nos laboratoires, ne sont définies et constantes, dans les proportions de leurs éléments, que par rapport à nos procédés d'extraction. Modifiez le moins du monde, le procédé, arrêtez-le un peu plus avant, un peu plus après, que n'a fait un autre chimiste, et vous arriverez à des résultats différents. On a confondu, dans les livres classiques, la constance du procédé, avec la constance des proportions (64).

4585. Tout corps qui cristallise perd de son calorique; il devient froid lui, mais il échauffe son menstrue; il lui cède du calorique, que celui-ci peut perdre, en le cédant à d'autres couches ambiantes. Tout liquide qui dissout un corps, perd de son calorique, et se refroidit au profit du corps qu'il dissout. Ces définitions semblent au premier coup d'œil contradictoires avec les expériences thermométriques, quand on ne s'est pas

familiarisé avec leur expression. Un corps qui se dissout s'échauffe aux dépens de la substance du liquide, laquelle reprend au thermomètre les couches de calorique qu'elle a cédées au corps; elle s'échauffe à son tour aux dépens du thermomètre, qui marque alors refroidissement, et *vice versâ*.

## § VII. *Identité de la lumière et de la chaleur en elles-mêmes, leurs différences ne provenant que des organes destinés à ces deux perceptions.*

4586. Ce titre est, à lui seul, la solution d'un problème, et les physiciens ne se sont livrés à tant de recherches infructueuses, sur les phénomènes de la lumière, que pour n'avoir pas fait attention à la voie par laquelle elle nous parvenait. Nous n'avons vu tant de choses dans le monde, que pour avoir oublié de nous y compter.

4587. Que l'on expose un diaphragme métallique à une chaleur progressive, en le chauffant de manière que la chaleur et la lumière ne puissent parvenir jusqu'à nous qu'à travers sa substance; dans les premiers moments nous recevrons une impression de chaleur, quoique le diaphragme soit de l'opacité la plus obscure. A mesure que la chaleur transmise, devenant plus intense, nous parviendra à des distances plus grandes, nous verrons la plaque métallique nous transmettre un commencement de rayons lumineux, acquérir un commencement de diaphanéité; elle passera au bleu, au rouge brun, puis au rouge-cerise, puis au rose, puis au blanc éblouissant, et à cette époque sa substance semblera acquérir la diaphanéité du verre. On le voit ici, la lumière n'est que la continuation indéfinie de la progression de la chaleur: progression si régulière, qu'il nous serait impossible de dire où la chaleur finit et où la lumière commence. Nous avons, pour ainsi dire, marqué les termes de cette progression, en nous plaçant à des distances de plus en plus grandes. Dans le premier moment nous percevions la chaleur par le contact immédiat de la peau, dans le dernier moment nous ne saurions plus la percevoir sans danger qu'avec le secours de la vue. Voilà la différence : la chaleur et la lumière sont les deux termes extrêmes, pour ainsi dire, d'une progression qui commence au tact et finit à la vue; et c'est dans nos yeux que les phénomènes de la lumière doivent être désormais étudiés, plutôt qu'en eux-mêmes; la lumière n'est qu'un mode de perception : la perception n'a de réalité que dans l'organe.

4588. Autre exemple. La compression, avons-nous dit, dégage de la chaleur; le choc en dégage bien davantage; mais si le choc est violent et que la chaleur, en se dégageant, ne trouve pas un corps qui lui serve immédiatement de véhicule et qui l'absorbe, le choc produit de la lumière. Nous avons vu comment le choc produisait du calorique (4519); il rapproche les atomes, les dépouille d'une quantité proportionnelle des couches qui les tenaient écartés. Le choc plus violent ne doit pas opérer d'après une autre loi que le choc moins violent; l'intensité d'un phénomène n'est que la réalisation du phénomène sur une plus vaste échelle. Quand le choc nous transmet une impression lumineuse, il ne fait donc que dégager un volume tel de couches isolantes, que l'organe de la vue, organe qui perçoit à distance, est seul dans le cas de les percevoir, sans danger pour l'individu.

4589. Les corps dont le choc dégage le plus de lumière sont précisément ceux dont les atomes nous ont apparu enveloppés d'une sphère de couches isolantes plus considérable. Rien, par exemple, dans la nature n'est plus lumineux que l'hydrogène, dans cette expérience; placez un mélange de deux volumes d'hydrogène et d'un volume d'oxygène gazeux dans une forte éprouvette, comprimez violemment le mélange par un piston, il se produira de l'eau et se dégagera la plus vive lumière; battez le cuivre, il ne vous donnera que l'impression de chaleur. Aucun corps siliceux ne fait jaillir l'étincelle sous le choc, comme la silice combinée avec les tissus des animaux antédiluviens; la silice cristallisée, le quartz pur de tout mélange ne vous servira jamais aux mêmes usages que le silex pyromaque (4275) et la pierre à fusil.

4590. Sens. — Nous ne sommes en rapport avec le monde extérieur que par nos sens. Mais ces rapports de notre moi avec le milieu qui nous enveloppe, ne sont que d'incessantes combinaisons de ce milieu avec nos organes; ce sont de continuels échanges de calorique entre l'atmosphère et les molécules de notre corps (4562).

4591. *Application au sens du toucher* (1625). — En effet, soit le sens le plus répandu dans notre économie, le sens qui réside jusque dans la plus petite, jusque dans la plus profonde de nos molécules organisées, il ne s'exerce évidemment que

par le mécanisme de l'échange des couches isolantes, que nous avons étudié sur les autres corps. La chaleur se distribue dans cet organe, par les mêmes lois que dans tout autre corps inerte. Un corps froid nous soustrait de la chaleur, un corps plus chaud nous en communique, exactement d'après les lois thermométriques. A un certain degré, la chaleur gazéifie la substance de nos organes; à un degré plus bas elle la liquéfie; à un degré plus bas enfin elle la dilate; la chaleur se comporte donc avec nos atomes exactement de la même manière qu'avec les atomes de tout autre corps : elle les enveloppe de ses couches; l'impression de la chaleur est donc le résultat d'une combinaison; le tact est donc un organe thermométrique, qui nous traduit, par la perception, les quantités de couches isolantes, dont s'enveloppent nos molécules, et qui nous avertit du point où le rapport doit cesser, et où la combinaison revêt un caractère impropre à la vie. Supposez deux boules, à qui le calorique arrive par égale part, qui s'enveloppent de couches isolantes de même épaisseur; elles s'écarteront l'une de l'autre de la même distance à chaque quantité nouvelle; un manomètre nous traduirait cette augmentation successive, en nous donnant la mesure de l'angle d'écartement des deux boules; la perception est ce manomètre qui, à chaque accroissement ou à chaque déperdition de calorique, nous donne, avec la rapidité de l'éclair, l'angle d'écartement des atomes qui rentrent dans la structure de nos organes. Nous avons vu que notre toucher réside dans l'extrémité des innombrables papilles nerveuses, qui terminent les diverses surfaces de notre corps; ces papilles sont la terminaison des fibrilles ou rameaux extrêmes des dichotomies nerveuses. Le calorique écarte ces fibrilles, comme les deux branches de tout autant de goniomètres; la perception prend, pour ainsi dire, l'ouverture de l'angle, à l'embranchement ganglionnaire (1609) qui en forme le sommet.

4592. Ainsi un corps quelconque se trouve en contact avec nos surfaces; s'il est plus chaud qu'elles, nos fibrilles nerveuses s'écartent; s'il est plus froid, nos fibrilles se rapprochent; à ce signe, nous avons le sentiment du chaud et du froid.

4593. Mais il n'est pas de corps dans la nature qui, au premier contact, possède le même degré de chaleur que nous, et qui ne soit capable de nous soustraire ou de nous apporter une nouvelle quantité de calorique; il n'est donc presque pas de corps, dont le contact ne nous donne des signes de sa présence. Dès que l'équilibre est rétabli, nous ne le sentons plus; l'air qui nous enveloppe, nous ne le sentons pas, lorsque nous nous sommes mis en rapport avec sa température; les habits que nous portons, nous ne les sentons qu'au moment où nous les revêtons, ou bien lorsque nous nous déplaçons.

4594. On conçoit maintenant, combien est simple la loi en vertu de laquelle nous jugeons de la configuration et des caractères physiques d'un corps par le simple contact; une aspérité, se trouvant en contact immédiat avec une papille nerveuse, lui cédera, ou lui reprendra une quantité de calorique bien plus grande que l'interstice des aspérités. Le rapport de nombre de ces aspérités nous sera donné par le rapport de nombre des papilles en contact; nous jugeons ainsi qu'un corps est plus rude au toucher l'un que l'autre, plus lisse l'un que l'autre, plus plane, plus convexe, plus concave, etc., etc.

4595. En conséquence, le *toucher* est un sens qui nous avertira de la présence ou de la configuration extérieure des corps ambiants, par le calorique qui se transmet au contact, et qui s'échange par approche. Mais si l'homme n'avait eu ce que sens à son service, on comprend qu'il lui aurait été impossible d'échapper longtemps aux dangers qui le menacent de toutes parts, et font de sa vie un combat à mort de tous les instants. Les autres sens qui distinguent l'homme, et dont le nombre est peut-être dans le cas de varier chez les divers animaux, sont destinés à percevoir le calorique dégagé des corps dans d'autres circonstances; la structure spéciale de ces organes étant propre à donner l'ouverture de l'angle d'écartement produit par l'afflux des couches isolantes qui se dégagent des corps ambiants, sous l'influence de causes autres que l'affinité du contact.

4596. *Organe du goût* (1638). — L'organe du goût perçoit le calorique dégagé, non pas seulement par le simple contact d'un liquide avec notre langue, car alors il n'est qu'organe de tact, mais le calorique dégagé par la combinaison de la substance dissoute dans le liquide, avec la substance même de la muqueuse; il nous avertit, sur les portes de l'organe alimentaire, des qualités que cette substance est dans le cas d'apporter à la digestion.

4597. *Organe de l'odorat* (1651). — L'odorat opère, pour les substances gazeuses, ce que la

langue opère pour les substances liquides; la membrane pituitaire perçoit le calorique dégagé par l'atome enveloppé de couches isolantes, capables de l'élever à la forme gazeuse. Il est des liquides froids au toucher qui brûlent la langue; il est des gaz froids au toucher qui brûlent l'odorat.

4598. *Organe de l'ouïe* (1748). — Le choc dégage du calorique; la nature nous a donné un moyen d'apprécier à distance le calorique dégagé dans une circonstance, dont nous pourrions être victimes à proximité; le son parvient à l'ouïe, par les mêmes lois physiques, mais par un autre mécanisme physiologique, que la lumière à l'œil; le corps qui en choque un autre, en dégage violemment, et par la compression, une couche enveloppante, qui va choquer une autre molécule enveloppante voisine, et celle-ci une autre, avec une force qui décroît presque comme le carré de la distance, c'est-à-dire comme le cube de ce que la sphère dégagée perd à chaque choc en diamètre, et partant comme le cube de la moitié de ce qu'elle perd en volume. La couche qui nous parvient, s'insinuant violemment entre les fibrilles nerveuses, qui tapissent l'organe auditif de leurs organes papillaires, nous fournira les caractères d'éloignement par l'écartement des fibrilles, les caractères de la note par le nombre des molécules qui nous arrivent dans un temps donné, les caractères de la force du ton par le volume de la sphère isolante qui nous parviendra à chaque choc; et, dès que la couche dégagée par le choc aura été combinée avec la molécule organisée, la perception se trouvera éteinte; dès que la molécule organisée aura acquis, en couches isolantes, le volume sous lequel leur arrivent les couches isolantes dégagées par le choc, l'organe sera émoussé, il n'entendra plus; c'est ce qui arrive aux personnes qui habitent un milieu rempli d'un bruit uniforme; ils finissent par ne plus entendre que les bruits d'une moindre intensité; de même que, une fois façonnés à la chaleur de l'atmosphère, nous ne sentons plus que ce qui nous vient d'une atmosphère moins chaude.

4599. *Organe de la vue et phénomènes de la vision* (1655).—La lumière n'existe que par nos yeux, comme le son n'existe dans la nature que par l'ouïe, comme la saveur n'existe que par notre organe du goût, comme l'odeur n'existe que par notre odorat; tout cela est en nous; rien de cela n'existe au dehors de nous. Que le physicien devienne sur ce point anatomiste; un traité de la lumière ne sera jamais autrement qu'un dédale inextricable d'anomalies et de contre-sens. Dans la partie anatomico-chimique de cet ouvrage, nous avons ramené le mécanisme de la vision de l'œil, au mécanisme de la vision à travers un verre grossissant. Le point voyant est le point placé à l'angle d'écartement des rayons qui convergent dans notre vue; la vision n'est, en définitive, qu'une évaluation goniométrique, que la mesure des angles innombrables, sous lesquels les rayons émanés d'un objet peuvent arriver au point *voyant* de l'extrémité nerveuse organisée en globe oculaire.

4600. Cherchons des images qui représentent la marche des rayons lumineux Placez un cylindre (*c*, fig. 27, pl. 20) horizontalement sur la ligne médiane de la flamme (*f*), celle-ci se partagera en deux masses lumineuses (*f' f'*), égales en volume et en intensité, et qui viendront se rapprocher sur la ligne supérieure du cylindre; placez trois cylindres (*ccc*, fig. 28), deux sur la même ligne et un troisième au-dessus de la ligne de séparation des deux, la flamme (*f*) rétrécira son volume pour passer dans l'interstice des deux cylindres, et elle viendra se partager en deux masses (*f' f'*) pour embrasser le cylindre supérieur, comme ci-dessus. Placez deux nouveaux cylindres au-dessus du troisième, et parallèlement aux deux inférieurs; la flamme (*f*, fig. 29) se partagera en deux faisceaux autour du cylindre médian, et chacun de ces faisceaux se partagera en deux autres égaux entre eux, pour embrasser les deux cylindres supérieurs, les deux faisceaux contigus se réunissant en un seul médian (*f' f' f'*); et ce partage continuera, d'après la même distribution, tant que les cylindres superposés conserveront la symétrie indiquée par les fig. 27, 28, 29. Mais qu'un cylindre dévie de la perpendiculaire qui passe par l'interstice des deux autres (figure 30, pl. 20), la flamme (*f*), qui viendra heurter ce cylindre, prendra la direction que prendrait une boule qui rencontrerait un pareil obstacle; elle prendra la résultante, c'est-à-dire qu'elle se portera en (*f'*) et plus d'un côté que de l'autre.

4601. Or divisons à l'infini cette masse de flammes, et arrivons jusqu'à l'atome lumineux, jusqu'à l'une des molécules élémentaires de cette masse; il est évident que celle-ci se comporte d'après les lois qui régissent la masse; qu'elle se meut de la même manière; que nous pouvons lui appliquer, sans l'apercevoir, les résultats de l'observation dont la masse nous a rendus témoins. En conséquence, nous venons de tracer, par ces

deux ou trois figures grossières, la marche des molécules lumineuses qui s'échappent à travers les corps, c'est-à-dire la marche et la direction des couches isolantes, qui ne trouvent pas à se combiner dans leur route, et qui parviennent jusqu'à notre œil.

4602. La sphère de chaleur se meut à travers les groupes d'atomes des corps, comme le ferait une sphère élastique. Les phénomènes de réfraction, de diffraction et de réflexion n'appartiennent pas à un autre ordre.

4603. En effet, nous avons dit que tous les corps de la nature sont des agrégations d'atomes de même volume et de même poids, et que les différences de ces corps ne proviennent que de l'épaisseur des couches enveloppantes, qui tiennent à distance les atomes entre eux; que les atomes enfin revêtus de leurs couches enveloppantes formaient tout autant de sphères de même volume dans le même corps; or des sphères qui se rapprochent en vertu des lois de l'équilibre, ne sauraient se disposer d'une autre manière que celle qui est représentée (fig. 31 et 32, pl. 20). S'il en est ainsi, les couches enveloppantes échappées d'un autre corps, et qui tendront à traverser de pareils corps, suivront nécessairement la direction que suit la flamme qui se glisse dans les interstices des cylindres ci-dessus, la direction que suivrait une boule élastique capable de se partager en deux, dans le choc, contre un autre système de boules. En effet, si, comme dans la figure 31, la molécule lumineuse arrive sur le corps, perpendiculairement à la ligne qui passerait par le centre de deux rangées d'atomes, les molécules *a, c, e,* qui tomberont sur un point médian de la surface d'une boule, se partageront en deux portions égales, qui continueront leur route avec une vitesse égale, pour aller se rejoindre au point diamétralement opposé à celui de leur incidence, et là la masse suivra sa route en ligne droite, par l'interstice de deux boules du second rang, pour aller se partager de nouveau en choquant au milieu la boule du troisième rang, et ainsi de suite à l'infini, en sorte que la route d'émergence (*a' c' e'*) sera la continuation en ligne droite de la route d'incidence (*a c e*). D'un autre côté, les molécules lumineuses qui tomberont sur les interstices des boules du premier rang, suivront également la même direction en ligne droite, seulement en se partageant au second rang, et se réunissant aux interstices du troisième, et ainsi de suite, dans un ordre d'alternation avec les molécules (*a c e*); mais de manière que leurs lignes d'émergence (*b' d'*), soient la continuation en ligne droite des lignes d'incidence (*b d*).

4604. Que si, au contraire (fig. 32), les molécules lumineuses arrivent obliquement sur la ligne qui passe par le centre des boules du premier et du troisième rang, elles seront déviées de leur route par un choc qui ne saurait les partager; la molécule (*a*) tombant obliquement sur le point le plus extérieur de l'un des atomes du corps, prendra une direction extérieure vers (*a'*), et la molécule (*b*), qui tombe obliquement contre un des points plus internes de la surface de la couche enveloppante de l'atome, prendra une direction intérieure, contraire à sa première direction, mais identique avec la ligne qui passe par les interstices des atomes; elle se rendra en (*b'*). Dans le premier membre de cet *alinéa* est renfermée la loi de la réflexion (385); et dans le second, la loi de la réfraction (391).

4605. Dans la réfraction, on le voit, les indices de réfraction (396) dépendront donc des rapports de volume de couches isolantes, qui enveloppent les atomes des divers milieux qu'aura à traverser la molécule lumineuse.

4606. Les corps transparents seront ceux dont les atomes posséderont des sphères enveloppantes d'un si grand volume, qu'ils n'auront rien à emprunter à la molécule lumineuse qui les traverse; les corps opaques seront ceux dont les atomes rapprochés entre eux seront enveloppés d'une couche isolante de si mince épaisseur, qu'ils tendront à absorber au passage la molécule calorifique qui doit les traverser, pour aller se combiner avec les atomes visuels.

4607. Il n'existe pas de corps absolument transparent, c'est-à-dire laissant passer intégralement toutes les molécules calorifiques, qui s'échappent en molécules lumineuses. Le plus transparent des corps n'est que celui qui en absorbe moins. Tous les corps deviennent transparents, quand on accroît, par un dégagement artificiel de chaleur, le volume des couches isolantes de leurs atomes.

4608. Notre œil a été organisé de telle sorte, qu'il reste insensible presque à ce que nous appelons la chaleur; ses atomes ne subissent que des écartements inappréciables par l'afflux des molécules isolantes, qui en produisent de si grands, entre les atomes de l'organe du tact. Pour qu'il soit affecté d'une impression réelle, il faut que les molécules isolantes échappées d'un corps arrivent en si grande abondance et avec un si grande

vitesse, à travers les milieux ambiants, que le tact en serait désorganisé, si le foyer d'émission ne se trouvait pas à une grande distance. La vision est la combinaison de la molécule lumineuse avec les atomes de notre œil ; la vue est le sentiment de l'ouverture des angles par lesquels les molécules lumineuses convergent vers le point percevant ; ou bien c'est le sentiment de l'écartement des fibres nerveuses, dont les atomes s'enveloppent des couches isolantes qui affluent. La lumière nous fatigue, comme le son, comme les odeurs, comme les saveurs, comme la chaleur ; et la fatigue est l'avertissement du point de la combinaison où les atomes commencent à s'écarter de telle sorte, qu'ils ne se trouvent plus dans les conditions favorables aux fonctions de l'organisation. A un certain degré de lumière, la substance voyante de l'œil serait désorganisée, et la vue perdue pour toujours ; l'œil ne serait plus qu'un organe de tact.

4609. Les couleurs ne diffèrent que par rapport à notre vue ; et voilà pourquoi les couleurs ne produisent pas la même impression sur tous les yeux, et à toutes les époques de la journée, et que tel homme voit jaune où un autre voit vert. Nous avons dit que le métal prend diverses nuances, selon qu'il laisse passer tel ou tel nombre de molécules isolantes, dont il absorbe une partie au passage. Les couleurs ne proviennent donc que du nombre des molécules isolantes, qui arrivent dans un moment donné à l'organe de la vision, c'est-à-dire que de la vitesse qui les anime dans leur émission ; elles forment une progression indéfinie de nuances, à mesure que la vitesse de leur émission augmente ; une gamme chromatique, où l'arbitraire seul de la convention peut trouver moyen de placer des lignes de démarcation. Les corps colorés sont ceux qui absorbent, au passage, telle ou telle quantité de molécules lumineuses, de manière à ne laisser arriver à notre œil que le complément ; la surface rouge absorbant, pour échauffer ses atomes, une quantité telle de molécules lumineuses, que sans son interposition nous aurions le sentiment de la lumière blanche.

4610. En conséquence, en désignant par $v$ la quantité de molécules isolantes absorbée par le corps réfléchissant ou réfringent, par $x$ la quantité non absorbée et qui arrive intacte à notre œil, et par $l$ la quantité de molécules qui, arrivant dans un moment donné à notre œil, constituerait la sensation de la lumière blanche ; la couleur d'un corps quelconque serait $x=l-v$, et la sensation de la couleur serait $x=l-v$, ou $x=x$ ; c'est-à-dire que la coloration d'un corps n'est telle que par rapport à notre vue.

4611. Nous avons eu l'occasion d'énoncer que le globe de l'œil était composé de diverses couches emboîtées, et dont chacune est affectée à la transmission d'une nuance (1729). En nous représentant les limites de ces couches comme se dessinant sur le plan de la pupille en cercles concentriques, nous avons dit que le cercle le plus externe serait affecté au noir, le cercle qui arrive immédiatement au-dessous serait affecté au rouge, le suivant au bleu, le suivant au jaune, et le médian au blanc intense ; mais comme ces emboîtements sont indéfinis, cette classification n'est tranchée que dans son énoncé et pour la facilité de l'intelligence, car, entre chaque cercle se placent indéfiniment d'autres cercles, qui dégradent chacune de ces nuances, de manière à les fondre de la manière la plus insensible, par des intermédiaires, les unes dans les autres ; toutes les nuances d'amaranthe, de pourpre, de rose, d'orange par exemple, s'intercalant à l'infini entre le cercle affecté au rouge et le cercle affecté au bleu, etc. Or les expériences suivantes serviront de preuve à cette théorie.

4612. Lorsqu'on fixe d'un œil fatigué la lumière réfléchie d'une chandelle, il se forme autour de la flamme, une auréole irisée, sur laquelle on remarque distinctement trois principales couleurs, la jaune qui forme la bande interne du cercle, la bleue qui forme la bande médiane, et la rouge qui forme la bande la plus externe ; la flamme placée au centre continuant à nous renvoyer la sensation de la couleur blanche. On observe en même temps que la bande rouge est marquée de rayonnements ciliés, qui correspondent en quelque sorte aux rayonnements des procès ciliaires, ou de l'iris qui limite, dans l'œil, cette zone externe.

4613. Que l'on interpose, entre une lumière et son œil, une plaque métallique, de manière que les deux tiers de la pupille en soient entièrement recouverts, et que la lumière ne puisse parvenir dans la substance du cristallin que par l'autre tiers environ ; la lumière, de blanche qu'elle était, offrira deux zones longitudinales, dont l'une blanche, puis jaune, et l'autre bleue, puis rouge ; et celle-ci avoisinera toujours le bord de la plaque. Il est évident que, dans cette position, la lumière n'a pu pénétrer dans le cristallin, en traversant la cornée transparente et l'humeur aqueuse, que par l'arc de cette lentille opposé au

bord de la plaque, et qu'ainsi la bande rouge de la lumière correspond à la zone la plus externe du cristallin, la bande bleue à la zone moins externe, et la bande blanche au point le plus central; car si on change la plaque de côté, et qu'on laisse pénétrer la lumière dans l'œil, par le côté opposé à celui de la première expérience, la même disposition aura lieu, seulement en sens contraire, la bande rouge toujours au dehors et la bande blanche correspondant au dedans, c'est-à-dire à la zone centrale de l'œil.

4614. Ainsi du même foyer lumineux, nous en tirons toutes les couleurs du prisme, dès que nous en faisons tomber les rayons sur une portion de notre cristallin plutôt que sur une autre, et les nuances correspondent, dans tous ces cas, aux mêmes zones concentriques de l'œil. Donc les couleurs ne sont que des perceptions inhérentes aux couches que les molécules lumineuses traversent.

4615. On objectera sans doute à cette théorie, le cas d'une image, dont les bords sont blancs et le centre rouge. Mais il est un fait à établir, et qui répond à toutes les difficultés de ce genre, c'est que nous ne percevons jamais une image d'un seul coup, et par une seule opération de la perception. Nous ne percevons jamais un paysage dans son ensemble; nous ne parvenons à le concevoir qu'après l'avoir plus ou moins rapidement examiné dans ses détails; l'unité du paysage n'est que dans la mémoire. Or nous n'avons pas deux lois de vision, l'une pour le plus grand, et l'autre pour le plus petit; rien n'étant grand ou petit en lui-même. Ainsi il n'est pas la plus petite image qui n'exerce autant notre vue, lorsque nous cherchons à en poursuivre les détails, que le plus grand des paysages, chaque nuance exigeant de notre part une spéciale attention et une perception spéciale; et, si l'observateur fait un retour en lui-même, pour se rendre compte du mécanisme de sa perception, il s'assurera que le globe de l'œil se dérange, pour fixer chaque détail, le mettre à son point, et en percevoir l'image. Soit, par exemple, la vue d'un cadre, nous apercevrons, à vol d'oiseau, qu'il forme un carré, sans nous prononcer sur la dénomination de ce carré; si nous voulons nous assurer que ce carré est un parallélogramme à angles droits, il sera facile à l'observateur de s'apercevoir que, pour juger de l'ouverture des angles, il dispose le globe de l'œil, de manière que le sommet de l'angle qu'il va mesurer, par la vision, occupe le point central de la pupille, en sorte que la circonférence de la pupille puisse servir, pour ainsi dire, de cercle rapporteur. Il en est de même des couleurs : pour les percevoir, nous disposons le globe de l'œil de manière que chacune d'elles rentre dans notre œil, par la zone qui en est l'organe, le moindre dérangement de cette position imprimant à la couleur une tout autre nuance.

4616. Les physiciens ont adopté, pour se faire une image corporelle de l'émission des rayons, l'expression de *cône lumineux*. Si les pièces accessoires du globe de l'œil humain n'existaient pas, cette expression aurait été remplacée par une autre; et les insectes, par exemple, s'ils avaient à rendre par une image l'impression des rayons lumineux, n'auraient rien moins qu'adopté l'expression du langage classique; car les *cônes lumineux* ne proviennent que de la disposition des cils qui bordent nos paupières, et qui tamisent la lumière par tout autant de diffractions. Ouvrez largement les paupières, et tous ces cônes disparaîtront, et les étoiles, qui en projettent de si jolis, ne vous paraîtront plus que des points brillants et simples. Mais les bords de l'iris et ceux des procès ciliaires produisent, sur les contours des images lumineuses, des effets analogues à ceux des cils; les images sont rendues rayonnantes et ciliées, lorsque leurs bords correspondent à la circonférence de ces deux diaphragmes. Pour dépouiller l'image de ces cils, qui sont étrangers à l'objet, servez-vous d'un verre grossissant qui concentre l'image vers la zone centrale du cristallin; les étoiles paraissent de la sorte moins grandes, parce qu'elles auront été dépouillées des rayonnements provenant de la diffraction qu'opèrent les bords déchiquetés des deux diaphragmes de notre œil.

4617. Nous renvoyons, pour le complément anatomique de ce sujet, au premier volume de cet ouvrage (1704). Nous n'avons pas même nommé les deux théories de la lumière qui partagent le monde savant, la *théorie de l'émission*, et la *théorie des ondulations*, parce qu'elles reposent toutes les deux sur une base fausse, et qu'elles sont parties toutes deux de ce principe, que la lumière était quelque chose au dehors de nous, perdant de vue que la lumière, étant une impression, n'a d'autre existence que dans un organe. La théorie nouvelle n'est en contradiction ni avec l'une ni avec l'autre; elle ne les a pas rencontrées une seule fois sur son chemin.

## § VIII. *Fusion et fusibilité des corps.*

4618. La fusion d'un corps arrive, à l'instant

où les atomes ont acquis un volume de couches isolantes tel, qu'ils puissent en céder à d'autres, et se mettre en mouvement de rotation sur leur axe. La fusibilité est le rapport du nombre des couches isolantes, qu'ils possèdent dans telle situation, avec le nombre de couches isolantes, dont ils ont besoin pour entrer en fusion. Dans l'évaluation de la fusibilité des corps, on a oublié de faire entrer le rapport de la masse de substance sur laquelle on opère; et la chimie est tombée dans une source d'anomalies continuelles, quand elle a traduit, en loi générale, le résultat particulier de l'observation thermométrique sur une masse quelconque. Le degré de fusibilité sera, à l'égard de tous les corps, d'autant plus élevé, et la fusion sera d'autant plus longue à s'effectuer, que la masse sera plus grande.

## § IX. *Élasticité, compressibilité.*

4619. Les couches isolantes sont élastiques, c'est-à-dire susceptibles de céder à un effort sans se séparer. L'élasticité n'est que la propriété qu'ont les sphères de se déplacer sans s'écarter, et de changer leurs dispositions respectives sans occuper plus d'espace, de s'adapter à une forme nouvelle, pourvu qu'elle soit de la même capacité que la première. Dans l'élasticité, il n'y a ni perte ni accroissement de substance. Il n'en est pas de même de la compressibilité. Un corps comprimé change de volume; il change de volume, parce que ses atomes se rapprochent, par l'émission d'une certaine quantité de couches isolantes, qui les tenaient à distance, et s'échappent pour se combiner aux corps ambiants; on dit alors que la compression produit de la chaleur; cela ne signifie pas qu'elle échauffe le corps comprimé, mais bien qu'elle le rend chaud; ce qui est synonyme de cette phrase : La compression refroidit le corps et échauffe son atmosphère ou les corps en contact; la compression échauffe les corps environnants aux dépens du corps sur lequel elle s'exerce, qu'elle appauvrit de ses couches calorifiques, qu'elle refroidit par conséquent.

4620. Par la raison contraire, le corps qui se dilate reprend du calorique aux corps ambiants; il s'échauffe, ce qui ne saurait avoir lieu sans produire sur nous une impression de froid.

## § X. *Combustion et fermentation* (4209, 4144).

4621. Lorsqu'on fait passer avec effort, par un orifice étroit, l'oxygène et l'hydrogène, ces deux gaz se combinent avec un dégagement lumineux; c'est-à-dire que 8 atomes du premier se rapprochent de 1 atome du second, en se dépouillant tous d'une certaine quantité de leurs couches isolantes, lesquelles s'échappent pour nous transmettre, en se combinant avec les molécules de notre œil, une impression lumineuse. Nulle combinaison ne produit cet effet sur une plus large échelle que l'hydrogène, dont l'atome possède le plus riche volume de couches isolantes.

4622. Le bois est un tissu d'orifices étroits, à travers lesquels l'oxygène de l'air peut circuler, tout aussi bien qu'à travers l'orifice du chalumeau à compression. Si la compression s'exerçait sur tous ces petits cylindres, l'oxygène et l'hydrogène se combineraient également avec production de rayons lumineux. Or lorsque nous plaçons du feu sous un tison de bois, non-seulement nous dilatons les molécules qui composent les parois des tubes, mais nous produisons, dans la capacité de ceux-ci, un vide qui fait que l'air extérieur pèse sur leur orifice, comme un piston équivalant en poids à un cylindre d'eau de même base et de 32 pieds d'eau d'élévation; l'hydrogène dégagé des parois organiques, et comprimé avec l'oxygène de l'air, se combine en eau, et répand en flamme les couches isolantes dont ses atomes étaient enveloppés. C'est là le caractère principal de la combustion; mais la compression du tirage produit d'autres combinaisons à chaque rencontre des éléments qui se dégagent; et le carbone se combine avec l'oxygène d'un côté, l'hydrogène de l'autre et même avec l'azote; l'hydrogène se combine avec l'azote; puis les produits de ces combinaisons se combinent entre eux en acides, en sels, que la vapeur soulève en fumée, avec tous les débris dispersés par chacune de ces petites explosions.

4623. Le bois est le corps de la nature qui reproduit le plus complétement les conditions de ce phénomène; mais l'éponge de platine ne laisse pas que de jouir de cette propriété; car ses molécules paraissent s'arranger comme les molécules du charbon ordinaire. Si les combustibles venaient jamais à manquer, on parviendrait à échauffer les appartements avec le jeu d'une pompe, chassant au dehors, par un léger orifice, un mélange d'oxygène et d'hydrogène, dans la proportion de 8 à 1 en poids.

4624. Tous les corps poreux possèdent à un degré plus ou moins inférieur la propriété combustive; parce que dans leurs pores il s'établit

des courants, que ces courants déterminent la pression extérieure, et que les gaz ne sauraient être comprimés, sans rapprocher leurs atomes respectifs, ni rapprocher leurs atomes, sans dégager les couches isolantes qui les enveloppent.

4625. La fermentation n'est qu'une combustion dans un liquide. Elle ne saurait avoir lieu, sans la présence de tissus organisés ou de corps poreux d'une structure analogue. Les tissus sont ici, comme dans la combustion réelle, les orifices étroits du chalumeau à compression; les courants qui s'y établissent y jouent le rôle du piston; les éléments du liquide qui se gazéifient viennent se rencontrer, entraînés par le courant, dans l'orifice étroit, et se combiner en produits, dont la diversité ne tient plus qu'à la nature des liquides et des tissus qui sont mis en présence, mais qui se réduisent tous en combinaisons du carbone, de l'oxygène, de l'hydrogène, de l'azote, en diverses proportions.

4626. Cette analogie de la fermentation donne très-bien la raison pour laquelle la fermentation d'un suc change de caractère et fournit de tout autres produits, selon que la lumière vient des parois du vase ou de la surface du liquide, selon que le liquide s'en imprègne ou en est enveloppé; selon que la chaleur lui arrive par tous les points, ou seulement par le point du vase qui est en contact avec la terre, ce réservoir inépuisable de chaleur; selon que les tissus surmontent le liquide, ou le liquide le tissu; toutes circonstances qui impriment aux courants comprimants des intensités et des directions diverses.

## § XI. *Capacité et conductibilité des corps pour le calorique.*

4627. La capacité d'un corps pour le calorique étant, d'après les définitions de la physique, la propriété que possède un corps donné d'absorber telle ou telle quantité de chaleur, et de la rendre latente, ne saurait être, d'après ce que nous avons exposé ci-dessus, que la propriété qu'a un corps d'envelopper chacun de ces atomes d'une somme de couches isolantes, qui lui manquent, pour que leur volume égale le volume des atomes enveloppés du milieu dans lequel il est plongé. C'est la propriété qu'a le calorique de se mettre en équilibre; ce n'est point une propriété caractéristique et essentielle du corps; c'est un accident variable de son existence, et qui dépend de la constitution du milieu ambiant; et il n'est pas un seul moment où cette capacité soit réellement la même, le corps reprenant des couches enveloppantes, ou en cédant des siennes propres, selon que les corps ambiants s'échauffent ou se refroidissent.

4628. La conductibilité pour le calorique est une qualité inhérente à leur structure, c'est-à-dire à la disposition de leurs atomes, ou plutôt au rapprochement de ces atomes. La chaleur n'étant autre que la lumière, se transmet, à travers les corps, comme le fait la lumière à travers les milieux réfringents; de même qu'il existe des combinaisons de milieux plus réfringentes que d'autres, c'est-à-dire qui fassent converger un plus grand nombre de rayons lumineux vers un point donné; de même il existe des corps dont les atomes se trouvent enveloppés d'une couche isolante telle, que, de l'inégalité de leur volume, il résulte une disposition favorable à la réfringence et à la convergence des sphères enveloppantes qu'ils n'ont pas le temps de s'approprier en entier.

4629. Les corps les meilleurs conducteurs de calorique sont ceux dont les atomes sont disposés de manière que la structure générale offre le plus d'interstices; les corps cristallisés sont moins bons conducteurs du calorique que les mêmes corps en poudre; l'eau et l'air sont moins bons conducteurs de calorique, que les corps dont les atomes possèdent des couches enveloppantes moins volumineuses que ces deux fluides, et offrent plus d'interstices entre eux; les interstices, en effet, laissent passer le courant, sans rien s'en approprier.

## § XII. *Galvanisme.*

4630. De même que l'association de deux espèces de corps réfringents concentre la lumière vers un foyer, qui en est le pôle, de même l'association de deux corps inégalement conducteurs de calorique, doit rendre le système capable de faire converger la chaleur qu'ils transmettent, beaucoup plus que ne le ferait chacun d'eux en particulier. Or il ne s'opère pas une seule combinaison de gaz en liquides, et de liquides en cristaux, sans qu'il se dégage une somme de calorique, égale à la quantité de couches isolantes, qui s'opposaient au rapprochement des atomes des deux éléments de la combinaison, et qui s'échappent à l'instant du rapprochement. Les deux plaques de la pile transmettent cette quantité dégagée, avec la puissance d'un système, pour ainsi dire, achromatique (405); elles les font

converger vers un point opposé au dégagement. On conçoit de cette manière qu'en multipliant le nombre de ces systèmes, et les disposant de telle sorte que les quantités de calorique réfractées et transmises par chacun d'eux soient dirigées vers le même point, ce point, si imperceptible qu'il soit, puisse devenir un foyer capable de fondre, avec la rapidité de l'éclair, les substances les plus réfractaires.

## § XIII. *Électricité.*

4631. La compression et le choc ont la propriété, en rapprochant les atomes, de dégager la quantité de chaleur égale au volume des couches enveloppantes qui s'opposaient à ce rapprochement; mais si ces couches enveloppantes ne trouvent pas une issue propice, et qu'il s'en échappe moins du milieu qu'il ne lui en arrive, ces couches élastiques vont se comprimer, se presser avec effort, et tendront à reprendre leur sphéricité dès que cessera l'obstacle. Si cet obstacle est enlevé subitement, il y aura explosion; s'il ne l'est que progressivement, il y aura déperdition et écoulement insensible du fluide électrique, qui n'est autre que le calorique pour ainsi dire sans emploi, et tendant à se mettre en équilibre, en enveloppant les atomes qu'il trouvera sur son passage. Dans la machine électrique, la compression est le résultat du frottement du verre contre une surface animale; dans l'électrophore, le choc se reproduit avec la peau du chat, dont les poils sont si propres à condenser le calorique, c'est-à-dire sont si mauvais conducteurs du calorique, et le conservent si longtemps à l'état latent. Le cuivre poli et verni est le récipient le plus propre à servir de réservoir au calorique condensé par la compression, parce que les surfaces vernies sont celles qui offrent moins d'interstices, et sont moins perméables aux courants de chaleur dégagée violemment. Le cuivre brut, et avec les aspérités de la fonte, laisserait passer une quantité plus considérable de calorique, non point à cause de ses aspérités, mais à cause de ses lacunes non vernies. Si l'on pouvait vernir aussi exactement le cuivre brut que le cuivre tourné, il serait aussi bon réservoir d'électricité dans l'un que dans l'autre cas. Tout choc qui, ainsi que nous l'avons expliqué, dégage du calorique, dégage de l'électricité, selon que le milieu ambiant transmet ou condense les couches isolantes dégagées. L'électricité n'est donc que la chaleur; leurs différences ne résident que dans les instruments de transmission. La torpille, qui est électrique, dégage peut-être moins de chaleur que nous, qui ne le paraissons pas; seulement elle possède des organes plus convenables que les nôtres à condenser la chaleur dégagée, et à ne la céder que par suite d'un choc et d'un frémissement nerveux.

## § XIV. *Magnétisme, aimantation.*

4632. De même que l'électricité, le magnétisme ne semble constituer un phénomène, différent de celui de la chaleur, que par l'instrument, au moyen duquel nous jugeons de son influence. Nous avons reproduit tous les phénomènes de l'aimantation, avec une aiguille de paille terminée par deux camions en laiton, et du calorique dégagé par un fer rougi au feu (4528). Or, partout où il existera un courant de chaleur et une aiguille suspendue, l'aiguille se rapprochera du courant, son axe s'identifiera avec celui du courant, et cela d'une manière d'autant plus sensible que, par la structure de son tissu et par la disposition de ses atomes, la substance, dont l'aiguille est formée, sera plus achromatique, si je puis m'exprimer ainsi, pour la chaleur. Nous n'avons pas de système achromatique de transmission de chaleur, supérieur à l'association du carbone et du fer en acier. Les aiguilles de ce métal sont celles qui nous indiquent le phénomène d'une manière plus sensible. Or, dans le monde terrestre actuel, il est impossible qu'il n'existe pas de courants de chaleur dégagée, indépendants des courants de l'air déplacé par la chaleur. Partout, en effet, où l'on trouvera deux milieux inégalement saturés de calorique, il devra se produire un échange de calorique, et par conséquent un courant dirigé du plus au moins. Or le pôle et la zone torride réalisent cette hypothèse; la chaleur doit donc affluer de la zone torride vers le pôle, avec une vitesse, à laquelle seules peuvent faire obstacle les couches d'air qu'elle a à traverser. Si vous suspendez à un fil, une aiguille horizontale d'une structure convenable, elle devra nécessairement devenir parallèle à l'axe du courant de la zone torride au pôle, et présenter par conséquent, dans tous les climats également chauffés, une pointe au sud et une pointe au nord; tel serait un tube horizontal ouvert par les deux bouts ou même une simple aiguille horizontale, pivotant sur une tige verticale dans un cours d'eau; elle prendrait aussitôt la direction du cours d'eau, et dirigerait

une pointe en amont et l'autre en aval. A mesure qu'on approche des pôles, la déclinaison et l'inclinaison de l'aiguille aimantée changent successivement, ainsi qu'au moindre coude que ferait le courant d'eau, l'aiguille, dont nous venons de parler, se mettrait à croiser sa direction primitive.

4633. Tant que l'aiguille aimantée sera tenue dans le même milieu et dans les mêmes conditions, ses pôles ne changeront pas de place, puisque le courant ne cessera pas de suivre sa direction à travers sa substance. Mais si l'on venait à envelopper ses atomes d'une couche de calorique plus grande, à la rougir au feu, par exemple, non-seulement on la soustrairait à l'influence du courant, mais on lui enlèverait l'inégalité de structure, qui était une des conditions indispensables, pour que le courant entrât par un bout et sortît par l'autre.

4634. Lorsqu'une cause météorologique change les conditions de l'atmosphère générale; que l'électricité, qui n'est que la chaleur dégagée, se produit avec intensité, ou vers le nord, ou dans les nuages, le courant atmosphérique doit nécessairement changer de direction, comme le ferait un fleuve à la rencontre d'un autre fleuve; dans ce cas, l'aiguille aimantée déviera spontanément, et cela autant de fois que les alternatives météorologiques se reproduiront; elle deviendra *folle*, si ces alternatives se reproduisent avec rapidité. De là l'influence des orages et des aurores boréales sur l'aiguille aimantée.

4635. Une sphère aimantée ne marquerait pas le pôle, ainsi que le fait une aiguille; elle tournerait sur son axe vertical.

4636. Les deux pôles de nom contraire de deux aiguilles semblent s'attirer, l'un des deux étant le pôle par où entre le courant, et l'autre le pôle par où le courant sort; les aiguilles, système convergent, donnent au courant une plus grande énergie, le courant devant nécessairement s'établir plus fort de l'une à l'autre aiguille que parallèlement à chacune d'elles. C'est le cas de deux bateaux dont la proue de l'un semble attirer la poupe de l'autre.

4637. L'aimantation, par le contact d'un aimant naturel, est un moyen d'imprimer une direction plutôt qu'une autre au courant, à travers un corps également perméable par les deux bouts. Supposez un corps percé de différents trous, suspendu dans un courant liquide, il voguera sans direction déterminée; mais si on le tenait pivotant et placé près de l'orifice d'un tube traversé par le courant, ce corps garderait indéfinement la position qu'il aurait prise, une fois que l'un des trous qui le traversent de part en part aurait donné accès au courant sorti du tube. Sa direction changerait si l'on venait à présenter violemment un autre de ses trous à l'orifice du tube. Tous les phénomènes d'aimantation rentrent, comme des cas particuliers, dans cette explication, que nous nous garderons d'appeler une *loi*.

4638. Gambey ayant découvert que tous les métaux exerçaient, sur les oscillations de l'aiguille aimantée, une influence d'amortissement, dont Arago donna connaissance au public savant, Saigey démontra que cette influence était en raison inverse de l'épaisseur des plaques métalliques (*). La théorie rend parfaitement bien compte de ce phénomène, qui au premier abord paraît paradoxal. Les plaques métalliques n'agissent que comme conducteurs du calorique, dont le courant tient l'aiguille en position. Or les plaques minces sont plus perméables que les plaques épaisses, elles sont, toutes choses égales d'ailleurs, meilleurs conducteurs de calorique que celles-ci. D'un autre côté, leur masse étant plus grande que celle de l'aiguille aimantée, elles doivent entraîner celle-ci dans leur mouvement ou dans leur immobilité, en raison du rapport qui existe entre leur masse et celle de l'aiguille (4634).

## § XV. *Météorologie.*

4639. Le système terrestre actuel possède une somme de calorique constante, moins la quantité inappréciable à nos instruments thermoscopiques ou autres, qu'elle perd continuellement, par les espaces planétaires, quantité dont la somme est elle-même inappréciable au bout d'un siècle. Cette somme constante provient de la quantité qu'elle recèle dans son centre liquide, et dans toutes les molécules en apparence refroidies de son écorce solidifiée, plus de la quantité qu'elle reçoit, à chaque fraction du temps, du soleil. Mais, par suite de son déplacement dans l'espace, la répartition de la chaleur ne saurait jamais arriver à l'équilibre parfait; c'est une oscillation continuelle; c'est un déplacement continuel; d'où il arrive que la région refroidie reprendra tôt ou tard la quantité de calorique qui lui a été soustraite, et que ce résultat aura lieu, quand elle se trouvera dans les mêmes conditions qu'auparavant. Pour prédire ce

(*) *Annales des sciences d'observation*, tom. IV, p. 11 1830.

résultat, il faut plus d'un élément de calcul ; c'est une équation qui suppose plus d'un terme. Pour savoir l'époque, à laquelle lui reviendra la quantité de calorique, qui s'est échappée de son milieu, et a passé dans un autre, il faudrait connaître positivement d'abord la direction du courant suivi par le dégagement de calorique, ensuite la masse d'air dans laquelle cette somme s'est répartie; ces deux éléments de calcul, plus ceux de la rotation de la terre sur son axe et autour du soleil, nous mèneraient infailliblement à l'inconnue, qui serait la désignation anticipée des variations atmosphériques pour chaque jour. La météorologie serait donc une occupation absurde, si ses observations étaient limitées à une seule région, et dirigée par une seule congrégation d'hommes ; c'est une de ces applications du calcul, qui doivent avoir pour réseau le réseau des longitudes et des latitudes, et l'univers tout entier, uni par une incessante correspondance. Et encore les prévisions que dégagera cette équation universelle, seront d'autant moins précises, que le terme prédit sera plus lointain. Mais enfin, puisque rien d'appréciable ne se perd, de la matière qui est l'âme de la météorologie, le calorique; que les déperditions locales ne sont que des échanges ; et que, d'un autre côté, ce fluide tend sans cesse à revenir à l'équilibre, il doit paraître évident qu'avec les éléments ci-dessus on parviendra à connaître, avec une certaine précision, le temps que la somme de calorique soustraite mettra pour arriver au point de départ.

## § XVI. *Éclairs et tonnerre.*

4640. Lorsque l'air est calme il ne tonne jamais. Mais que deux masses d'air se choquent violemment, même en l'absence de nuages, ce qui est rare, le choc dégagera au point de contact les couches isolantes des atomes, qui viendront impressionner nos oreilles et nos yeux, si la somme en est assez considérable, et si la distance en est assez rapprochée. A ce point, l'air sera plus condensé, c'est-à-dire ses atomes seront dépouillés d'une somme plus considérable de couches enveloppantes, et partant moins distants entre eux.

## § XVII. *Pluie, neige et grêle.*

4641. L'air dissout les molécules aqueuses, comme l'eau dissout les atomes de tout autre corps; les molécules aqueuses deviennent invisibles, parce que leurs atomes s'enveloppent de couches isolantes d'un volume tel, que leur sphère diffère peu de celle qui enveloppe les atomes de l'air et ne dévie pas la lumière qui parvient à nos yeux, d'une manière différente que ne le fait l'air; l'eau est alors pour nous à l'état invisible, de même que le joint des deux calottes d'une lentille achromatique (405) Mais dès qu'une circonstance météorologique vient soustraire une certaine quantité de couches isolantes aux atomes de l'eau dissoute, ses molécules occupant un espace bien moindre que les atomes de l'air, deviennent reconnaissables par leur indice de réfraction; il apparaît un nuage; si la soustraction de calorique continue, la pluie tombe, parce qu'alors les atomes de l'eau sont trop rapprochés, pour former équilibre aux atomes de l'air.

4642. Si la soustraction continue rapidement, la pluie se condense en flocons de neige, dont la cristallisation, dans un menstrue aussi variable que l'air (4582), variera nécessairement à l'infini.

4643. La neige est une cristallisation pour ainsi dire par évaporation. La grêle est l'analogue de la précipitation ; c'est une subite cristallisation, résultant du rapprochement des atomes, non par suite de la soustraction lente de leurs couches isolantes, mais par suite d'une violente compression. Il pleut par un temps calme ; il ne grêle que par une secousse violente de deux nuages qui se heurtent de front. Ces deux nuages font en même temps l'office de la substance comprimée et du piston ; les couches isolantes se dégagent avec lumière, et avec un fracas d'autant plus grand, que le choc est plus violent ; les molécules aqueuses se rapprochent, se solidifient ; la grêle tombe. La neige est l'apanage de l'hiver, la grêle celui de la belle saison. Car c'est vers la belle saison que les molécules aqueuses acquièrent, dans les airs, un volume plus considérable en couches isolantes, et que, partant, le choc, pour en rapprocher les molécules en pluie, a besoin d'être plus violent.

4644. Les éclairs de chaleur proviennent du choc des molécules de l'air ; les éclairs accompagnés de pluie proviennent du choc des molécules aqueuses.

4645. Dans la théorie du paragrêlage, ce n'est pas l'analogie des moyens qui était absurde, c'est seulement la construction ; et il est évident à nos yeux que les paratonnerres préviendraient tout aussi bien la grêle que la foudre, en soutirant doucement à l'air les couches enveloppantes des atomes aqueux, et rapprochant ceux-ci entre eux, avant qu'un choc violent survînt pour produire le même résultat avec d'autres caractères. Mais comment établir ces appareils assez haut et sur une assez

grande surface, avec la bourse des particuliers; et d'un autre côté, si on multipliait trop dans les champs ces appareils conducteurs de calorique, ne serait-il pas à craindre que le remède fût pire que le mal et que l'on ne maintînt l'atmosphère dans un état de refroidissement peu favorable à la végétation?

## § XVIII. *Rosée.*

4646. La rosée est la pluie des régions voisines de la terre; c'est le résultat de la condensation des vapeurs d'eau dissoutes dans une atmosphère d'une température peu élevée, et à qui les espaces planétaires enlèvent le peu de couches qui enveloppent les atomes de ses vapeurs. Il est des corps sur lesquels la rosée se condense plus que sur d'autres, car il est des corps meilleurs conducteurs de calorique que d'autres. Or de même que ces sortes de corps préviennent la foudre, en soutirant le calorique aux nuages et l'amenant dans le sol; de même lorsque l'atmosphère est moins échauffée que le sol, les mêmes corps conduisent le calorique du sol dans les régions de l'atmosphère qu'ils atteignent; les molécules de vapeurs ambiantes reprennent donc, au contact et au foyer de ces corps, les couches isolantes qu'elles avaient cédées aux espaces planétaires.

## § XIX. *Gravitation et pondérabilité.*

4647. Nous ne pesons que ce qui gravite vers le centre de la terre; les couches isolantes des atomes sont impondérables, parce que leur essence est de tendre à l'équilibre, d'envelopper tous les atomes de notre terre et de notre univers, de la même épaisseur sphérique; et de remplir l'espace par une égale distribution de leur substance. Bien loin de graviter vers le centre d'un monde quelconque, elles tendent au contraire à dépouiller l'atome de sa gravitation et de sa pondérabilité, à le vaporiser indéfiniment, en l'enveloppant indéfiniment de couches isolantes. La chaleur, c'est-à-dire cet éther universel que nous percevons par le tact; la lumière, c'est-à-dire cet éther que nous percevons par les yeux; le son, c'est-à-dire cet éther que nous percevons par l'ouïe; l'électricité, c'est-à-dire cet éther comprimé et qui rompt avec explosion l'obstacle, et produit ainsi la sensation de la lumière et du son; cet éther le même partout, et dont les transformations ne sont que l'œuvre de nos divers organes; cet éther est impondérable; l'idée d'un éther répandu dans l'espace, et gravitant vers la terre, étant contradictoire dans les termes.

4648. Nous avons appelé légers les corps qui montent, et pesants les corps qui descendent vers la terre, et nous avons déduit que ce sont les corps pesants qui repoussent les corps légers. Ce sont au contraire les corps légers qui repoussent les corps pesants et les chassent vers la terre. Cette proposition est paradoxale au premier coup d'œil; la puissance de la vapeur n'est que la réalisation de ce paradoxe. La molécule d'eau, en s'enveloppant de couches isolantes de calorique, soulèverait le monde et le repousserait indéfiniment, si elle pouvait s'envelopper de nouvelles couches indéfiniment; sa puissance de répulsion augmente avec sa légèreté; elle briserait la terre en éclats, si elle devenait impondérable.

4649. Or supposez un agrégat d'atomes réunis dans l'espace, c'est-à-dire formant un système d'atomes moins riches en couches isolantes, que les atomes de l'espace ambiant; ce système sera comprimé par l'espace, qui l'entoure de toutes parts, en vertu de ce principe expérimental, que les atomes enveloppés d'une sphère plus volumineuse doivent repousser les atomes enveloppés d'une sphère de moindre épaisseur. Le système se rangera en sphère; car un système de sphères comprimé par un milieu composé également de sphères d'un plus grand volume, ne saurait prendre un arrangement général différent de la sphère. Or, de même que ce monde sera contenu par le milieu ambiant, de même chaque ordre de sphères d'un grand volume repoussera vers le centre les ordres de sphères de moindre volume. Supposons, par exemple, que ce monde renferme trois ordres de sphères, c'est-à-dire trois catégories d'atomes enveloppés de volumes différents de couches isolantes; le volume de la couche isolante des atomes d'une catégorie étant un, le volume de la couche isolante des atomes d'une autre catégorie étant deux, et celui de la couche isolante des atomes de la troisième catégorie étant trois. En vertu du principe que nous venons de poser, les atomes de la troisième catégorie repousseront en dedans les atomes de la deuxième, et les atomes de la deuxième repousseront au centre les atomes de la première, qui formeront ainsi le noyau de la sphère; ceux-ci seront dits les plus pesants, et ceux de la troisième catégorie les plus légers du système. Si maintenant vous introduisez dans ce système un atome nouveau; s'il appartient au volume de la troisième catégorie, il déplacera les atomes de cette catégorie et restera un des éléments de la circon-

férence de ce monde ; s'il appartient à la deuxième, il sera repoussé jusqu'à celle-ci par la troisième; s'il appartient à la première catégorie, il sera repoussé par la deuxième jusqu'au centre de ce monde; il aura gravité vers le centre qui pourtant ne l'attire pas.

4650. Il serait possible de démontrer *à priori*, par le calcul fondé sur cette théorie, ce théorème déduit par Newton de l'expérience directe, *que la vitesse d'un corps qui gravite croît en raison inverse du carré de la distance.* Mais ce théorème ne serait vrai qu'absolument, et modifierait son expression, en raison de la forme et de la nature des corps tombants, et en raison de la hauteur à laquelle commencerait l'expérience, les expériences de Newton ayant été faites bien près de la terre.

4651. Dans l'hypothèse du trou qui percerait la terre de part en part, un corps donné arriverait au centre, non pas parce que l'entité centrale l'attirerait, ce qui, même dans l'ancienne théorie, était rangé au nombre des hypothèses absurdes, mais parce qu'il y serait poussé par les couches emboîtées et concentriques à ce point; et encore, pour que ce corps parvînt juste au centre, il faudrait que son atome fût le moins riche en couches isolantes, parmi tous les atomes de cet univers.

## § XX. *Chaleur végétale et animale.*

4652. Ce vaste dédale d'élaborations chimiques, ce système vivant composé de myriades de laboratoires infiniment petits, l'individu végétal ou animal enfin ne saurait fonctionner, dans la plus légère de ses parties, sans absorber et sans dégager du calorique. Il en absorbe, lorsque ses molécules se dilatent et que l'organe s'étend ; il en dégage lorsque ses fluides se condensent en tissus, ses gaz aspirés en liquides, et que les acides se combinent avec les bases en sels. Quand, sur un signe de sa volonté, l'organe musculaire de l'animal se contracte, la température ambiante doit augmenter, car la contraction est le rapprochement des molécules, et les molécules ne sauraient se rapprocher, sans expulser la quantité de couches enveloppantes, qui les tenaient auparavant à distance. Tous les animaux dégagent donc du calorique, à chaque instant de leur existence; car à chaque instant le plus indivisible de leur existence, il s'opère dans leurs molécules une combinaison. Mais cette quantité de calorique est plus ou moins appréciable, selon que les tissus seront plus ou moins bons conducteurs de calorique, et que le milieu ambiant sera différent. L'homme qui s'agite dans l'eau dégage en réalité autant de calorique que l'homme qui s'agite dans l'air; et pourtant le dégagement de calorique est moins appréciable au thermomètre dans le premier que dans le second cas, parce que l'eau s'empare plus vite que l'air du calorique dégagé. Si l'on renfermait l'homme dans un sac de toile cirée, sans faire le moindre mouvement, l'atmosphère de son corps en repos ferait monter plus haut le thermomètre, que l'atmosphère de son corps pendant ses mouvements dans l'air. Les animaux à sang froid ne diffèrent pas autrement des animaux à sang chaud; les uns et les autres dégagent du calorique, mais chez les uns ce calorique est repris par les milieux ambiants, avant d'arriver au thermomètre; chez les autres, il séjourne plus longtemps autour du corps, et le thermomètre a le temps de le reprendre.

4653. Tout exercice du moi, soit du genre de ceux que nous nommons *exercices physiques*, soit du genre de ceux que nous nommons *moraux*, tout exercice, dis-je, produit du calorique, car tout exercice est une assimilation du milieu ambiant avec le milieu qui élabore. Il n'est pas un de nos sens qui ne s'échauffe à percevoir. La méditation produit autant de chaleur que l'effort musculaire. La fatigue, c'est la saturation; le repos, c'est la réparation. L'animal qui se repose continue à fonctionner, mais sans rapport avec le milieu ambiant, avec le monde extérieur.

## § XXI. *Organisation, inorganisation.*

4654. La fusion est une dissolution ; une dissolution est un microcosme, un monde indéfini d'atomes qui se meuvent dans l'orbite d'un atome plus vaste qui les échauffe, en les rapprochant de lui. Pendant la fusion, les molécules métalliques sont disposées entre elles exactement comme les molécules organiques en dissolution. et lorsque le refroidissement vient surprendre le métal fondu, la disposition des atomes et des molécules imite exactement celle des atomes visibles de toute espèce d'organes. Il est facile en certains cas de distinguer la forme sphérique et pour ainsi dire cellulaire des éléments principaux du culot; mais cette forme apparaît dans toute son évidence, lorsqu'on a laissé séjourner dans la terre une masse de ce métal; le travail souterrain de l'humidité ronge, en effet, d'abord les parties les moins compactes du fragment métalli-

que ; et il se trouve alors que les portions respectées offrent la disposition la plus analogue à celle des parois des cellules végétales vidées de leurs sucs ; sur la surface de la solution de continuité se dessine, en effet, un réseau dont les mailles sont le profil de tout autant de cellules. Que si l'observation a lieu sur un morceau de fer battu, ces cellules affectent la forme des cellules allongées et acuminées par les deux bouts, qui se remarquent sur tous les tissus végétaux épuisés, et étirés par le développement des tissus plus internes, sur les tissus sous-épidermiques. Car le marteau a refoulé la forme générale de la cellule dans le sens de la longueur, et les sphères, disposées comme nous l'avons établi plus haut (4603), ne peuvent s'allonger que dans l'interstice de quatre autres opposées deux à deux ; et c'est cette disposition qui donne au fer battu ou passé au laminoir et à la filière, une si grande supériorité de cohésion sur le fer seulement fondu ; cette considération doit entrer comme un élément de grande importance dans les expériences sur la force relative des fils de fer et sur leur élasticité. Il me semble que le fil de fer fortement chauffé avant d'être passé à la filière, posséderait, toutes choses égales d'ailleurs, plus de cohésion et d'élasticité que le même fil de fer passé à la filière à froid, et par conséquent que le même fil de fer passé à la filière à la température de l'hiver ; les couches isolantes qui envelopperaient chaque atome, dans le premier cas, leur donnant plus de facilité pour adopter la disposition que nous venons de décrire, c'est-à-dire la disposition qu'affectent les vaisseaux ou plutôt les cellules vasculaires dans une tige de bois.

## § XXII. *Astronomie*.

4655. S'il était donné à un des hommes qui rampent actuellement sur cette terre, de s'élever tout à coup dans la région des astres, de les parcourir tous tour à tour, d'en prendre le signalement et les caractères, afin de pouvoir les reconnaître ensuite, pour ainsi dire, par leurs réactions ; et qu'ensuite se plaçant, par rapport à tous les mondes, à la distance à laquelle la vision du chimiste le place par rapport aux atomes de la dissolution que nous opérons dans un vase de laboratoire ; tous ces mondes qu'il aurait parcourus, devenant tout à coup invisibles pour lui, et lui ne pouvant plus en concevoir la présence que par le souvenir, dans un espace aussi diaphane que l'air, l'univers entier serait, pour cet observateur éthérien, une vaste dissolution (4560), dont les mondes seraient les atomes ; le système de l'univers se simplifierait ainsi à ses yeux, comme tout se simplifie quand on en saisit l'ensemble, comme tout se complique, quand l'esprit ne peut s'attacher qu'à un détail. L'astronome n'a vu le monde que plongé dans un détail ; tout ce qu'il n'a pas aperçu a augmenté la somme des complications du système ; et dès lors ses plus beaux calculs n'ont été que des applications pratiques, des mesures du temps et de la durée, des étalons de prédictions ; ils l'ont écarté d'autant de l'analogie. L'infusoire ultra-microscopique, qui ramperait sur un des atomes de l'une de nos dissolutions, décrirait le mouvement des atomes placés à la portée de ses yeux, comme nous avons décrit les mondes placés à la portée de nos télescopes. L'infusoire et l'astronome décriraient dans ce cas, chacun de leur côté, les effets visibles d'une même et unique loi.

4656. L'atome A, avons-nous dit, qui s'échauffe aux dépens de l'atome B plus riche que lui en couches isolantes, devient le satellite de celui-ci, qui dès lors est le soleil et le centre du système (4527). L'atome A se meut sur son axe, en tournant autour de l'axe de l'atome B ; il a un mouvement diurne et un mouvement annuel ; car il ne peut acquérir une molécule calorifique de plus sans se déplacer ; et une sphère ne peut se déplacer sur une sphère que circulairement ; elle ne peut tourner autour de celle-ci qu'en suivant l'écliptique, qui est la résultante de son acquisition et de son déplacement. On peut se représenter grossièrement le phénomène au moyen de l'appareil suivant : que l'on dispose une sphère d'aimant naturel ou d'acier aimanté, dans une sphère concentrique en papier, de manière que la sphère aimantée soit mobile sur son axe et que la sphère de papier soit fixe ; que l'on dépose, sur la surface externe de la sphère de papier, de petites boulettes de cire pétries avec de la limaille de fer, celles-ci s'attacheront au papier par l'influence de l'aimant ; que si on met l'aimant en rotation, on verra les boulettes de cire tourner sur elles-mêmes, et se mouvoir sur la sphère de papier, en suivant l'écliptique ; la sphère de papier représentera, dans ce cas, la couche enveloppante de l'atome B central ; et les boulettes de cire représenteront les atomes satellites A.

4657. Notre terre ne diffère de l'atome A que comme un atome composé diffère d'un atome simple ; or la simplicité d'un atome est relative aux bornes de notre vue. Mais nous l'avons fait

suffisamment concevoir, les corps divers, qui composent notre globe, sont identiques; ils ne diffèrent que par leurs distances, que par le diamètre de leurs sphères enveloppantes; et leurs masses ne sont visibles à nos yeux que par la distance de leurs atomes et par l'obstacle que leur arrangement spécifique oppose à la marche des rayons lumineux. Si les atomes de tous les corps d'une si admirable diversité venaient à s'envelopper en même temps de couches isolantes de même volume, le monde, se liquéfiant, n'apparaîtrait plus à nos yeux que comme une masse sphérique homogène, que comme un atome d'immense dimension. Les accidents actuels de sa surface, qui n'ont un caractère distinctif que par la disposition, et celle-ci par l'inégalité des distances, et celle-ci que par l'organisation du sens affecté à ce genre de perceptions; ces accidents sont réduits à rien, quand on les envisage du point de vue de l'immensité.

4658. C'est de ce point de vue que la similitude devient la traduction du fait. Le soleil est, pour le système dans lequel tourne notre atome terreux, l'atome central, enveloppé de la couche isolante, incommensurable à notre triangulation, de la couche éthérée ou de calorique dont s'enrichissent chaque jour notre sphère et les sphères, dont l'orbite est concentrique à celui que nous décrivons; notre sphère est un des nombreux atomes A qui tournent autour de l'atome B, en vertu de l'échange progressif de la couche enveloppante, en vertu de la loi d'équilibre qui anime les molécules calorigènes; ceux de ces atomes A que nos instruments grossissants peuvent aborder, nous les nommons *planètes*.

4659. Toutes les planètes, et leur nombre augmentera au catalogue dans la même progression que la puissance ampliative de nos instruments télescopiques, toutes les planètes se rapprochent de plus en plus du soleil, et tendent ainsi au repos, qui est une combinaison; ce qui leur arrivera, quand le volume de la couche isolante du soleil se sera mis en équilibre avec le volume des couches isolantes de chaque planète; le système alors sera un atome composé, une combinaison, dont le soleil formera l'atome central, et les planètes les atomes de la périphérie, l'analogue d'un composé, dont l'oxygène forme le centre, les atomes du métal la périphérie, et qui, au repos, c'est-à-dire par le refroidissement, cristalliserait en autant de facettes que les atomes de la périphérie seraient nombreux (4581).

4660. Mais ce système au repos, si compliqué qu'il soit par le total des détails consignés dans nos livres, n'est même alors qu'un point imperceptible, par rapport à l'espace dans lequel il est plongé. Il se réchauffe, il augmente le volume de ses couches enveloppantes, entraîné comme une simple planète, autour d'un atome central, par rapport à d'autres planètes comme lui. Il tend, avec tous ses atomes accessoires, à se rapprocher de cet atome central, qui lui-même tourne, comme une planète, autour d'un autre système central, et ainsi de suite, sans commencement et sans fin, par une oscillation de fins et de commencements, par un mouvement universel et perpétuel, ou le moins devient le plus et puis ensuite le moins, où rien ne se perd, où tout se modifie par un cercle admirable d'échanges et de substitutions, de rapprochements et d'expansions; où le plus petit subit les mêmes lois que le plus grand, et s'anime de la même vie; où enfin rien ne diffère que par la distance.

4661. On conçoit, par tout ce qui précède, que le soleil, ce foyer de lumière pour nous, soit dans le cas de posséder une température égale à la nôtre, et même inférieure; le calorique qui se dégage d'un corps étant une perte de chaleur pour ce corps: d'un autre côté la lumière n'étant que la somme des couches enveloppantes de l'atome, qui s'échappent sous l'influence de la compression, il est certain que la lumière qui nous vient du soleil n'émane que des limites de son atmosphère, et non de la planète soleil elle-même. Il est certain que cette lumière résulte de la compression exercée par l'éther qui enveloppe notre système planétaire universel, et rapproche de plus en plus les planètes du soleil. Les taches que le télescope nous révèle sur la surface du soleil, ne proviennent, d'après cette hypothèse, que de tout autant d'éclipses occasionnées par l'interposition de myriades de planètes ultra-télescopiques, entre le soleil et nous.

## § XXIII. *Vide*.

4662. Le vide, dans notre monde actuel, n'existe pas là où nous faisons le vide; le récipient de la machine pneumatique se remplit de calorique, et, pour me servir de l'expression classique, elle le rend *latent*, afin de remplacer l'air que le piston enlève à cette capacité; de là vient que le jeu de piston peut ramener l'eau à l'état de glace dans le récipient. Un morceau de bois, par lequel on ferait entrer l'air dans le récipient, après y avoir fait le vide, finirait par se carboniser, si l'air ne passait que par les interstices de son tissu, et si

la capacité du récipient était assez grande, pour que la quantité d'air à introduire eût le temps de produire des effets appréciables (4623).

4663. De là vient qu'il est presque impossible de ramener le baromètre de la machine pneumatique à zéro; le calorique du récipient, en qui réside la force expansive de la vapeur, ayant un plus grand volume, et exerçant par conséquent une plus grande pression, que le calorique emprisonné dans la branche fermée du thermomètre, qui tend à lui faire équilibre.

RÉSUMÉ.

4664. Identité de la chaleur, du calorique, de la lumière, de l'électricité, du galvanisme, du magnétisme, de l'affinité, de l'attraction, de la gravitation en elles-mêmes; leurs différences ne résidant que dans la structure des organes destinés à les percevoir, et dans le mécanisme des instruments destinés à en apprécier les circonstances;

## UNITÉ UNIVERSELLE!

4665. Unité! âme de la nature! âme immortelle! qui te meus sans cesse et ne meurs jamais! qui organises l'infini aussi facilement qu'un atome, en vertu de la même loi, et de la même volonté! toi pour qui rien n'est petit, et rien n'est grand; mais tout, depuis le plus grand jusqu'à l'infiniment petit, est la répétition de la même chose! toi qui ne crées pas, mais qui combines, et qui produis des milliards de milliards de combinaisons avec la même substance! que ta science est sublime de simplicité! que ta simplicité est effrayante de profondeur! Où fuir pour t'échapper? jusqu'où faut-il s'élever, pour embrasser d'un coup d'œil tout ton ouvrage? Mes yeux matériels sont incapables de te voir; tu ne m'as donné ce sens que pour fixer la terre; mais je possède un œil spécial pour embrasser l'espace; et cet œil, c'est ce *moi* qui ose se flatter quelquefois de te comprendre et de pouvoir te regarder face à face. Alors cette harmonie universelle me donne la clef de ce mouvement intestin qui tourbillonne sur la terre, et dans lequel auparavant tout me paraissait désordre et confusion; il me semble que je gravite plus calme vers le repos qui m'attend, moi atome à mon tour, en me rendant compte, de la sorte, de ces chocs qui me heurtent, de ce bruit qui m'assourdit, de cette fange qui me dégoûte. Unité! je viens de toi, je vais à toi; j'ai été, je suis, et je serai toujours en toi, alors que je passerai d'un point à un autre de l'espace.

FIN DU DEUXIÈME ET DERNIER VOLUME.

# NOTES ADDITIONNELLES.

I. CHALEUR DÉGAGÉE PAR LA MOUTURE (p. 326, t. I[er]).

(1354 *bis*). Cette note, pour être bien comprise, suppose la lecture de la quatrième partie de l'ouvrage, page 446 de ce vol. Le thermomètre est un instrument propre à constater le degré de chaleur d'une atmosphère, mais non toute la quantité de chaleur dégagée par un corps; et il est des cas, où la quantité de chaleur pourra être considérable, sans que le thermomètre marque la moindre élévation. Nous allons en donner un exemple relativement aux procédés de mouture. Supposons deux systèmes de meules, l'un horizontal et l'autre vertical, l'un tournant autour d'un axe vertical et l'autre autour d'un axe horizontal; le premier écrasant le grain entre deux surfaces planes, et l'autre entre deux surfaces courbes à peu près concentriques à son axe. Supposons que, dans l'un ou l'autre système, le grain éprouve le même choc : la quantité de chaleur dégagée sera exactement la même; et pourtant, si l'on place un thermomètre dans la masse de farine qui s'écoule d'entre les meules, on trouvera que, chez les meules horizontales, le thermomètre monte à environ 35° en été, et que chez les autres il descend de trois ou quatre degrés au moins au-dessous de la température ambiante. On aurait tort de conclure de là que celles-ci échauffent moins la farine que celles-là; car la différence thermométrique vient uniquement de la différence des conditions atmosphériques dans l'un et l'autre cas; chez les meules horizontales l'air ne se renouvelle pas entre les meules où se produit le choc; chez les meules verticales, au contraire, l'air circule, avec la rapidité que peut lui imprimer une circonférence qui décrit 400 tours par minute, entre les surfaces contondantes et s'empare de la chaleur dégagée par le choc, molécule à molécule. Le thermomètre placé à l'issue de la farine se trouve placé au milieu d'un courant d'air froid, dans le système vertical; tandis que, dans le système horizontal rien de semblable n'arrive.

D'un autre côté, les expressions relatives à l'échauffement des corps doivent toutes être réformées, d'après ce que nous disons dans la quatrième partie de cet ouvrage. La farine s'échauffe au soleil ou sur le feu, car là elle prend de la chaleur; elle se refroidit quand elle nous paraît chaude; elle perd de son calorique, quand elle nous en cède. Elle se refroidit sous le choc de la meule, puisqu'elle donne de la chaleur; le choc dépouille ses atomes de leurs couches isolantes de calorique; le choc les rapproche entre eux. Le mot échauffement de farines sous la meule équivaut donc à celui de refroidissement ou plutôt de tassement; et cet échauffement à rebours nuit à la qualité des farines, lorsqu'il est porté à l'excès, en ce que le gluten, qui est élastique, devient rigide et ligneux, en raison du rapprochement de ses molécules; or partout où il y a choc, ce rapprochement a lieu. Plus les gruaux d'une farine subiront de chocs, plus le gluten perdra de ses propriétés ductiles.

II. DILATATION MORBIDE DE LA PUPILLE (p. 391, t. I[er]).

(1667 *bis*). Il n'est pas besoin d'admettre que la substance de l'iris est musculaire, pour expliquer dans tous les cas la dilatation de la pupille. Ce phénomène se produit toutes les fois que les muscles de l'œil ramènent le globe en devant, et augmentent ainsi son diamètre transversal aux dépens de la longueur du diamètre longitudinal. Cette dilatation ne saurait être que passagère. Une dilatation plus durable est celle qui est produite par la turgescence du globe de l'œil, par l'augmentation de volume de l'humeur vitrée; phénomène qui, en poussant le cristallin vers l'iris, doit nécessairement en agrandir l'ouverture. Ce dernier cas maladif n'est point un fait local, mais le résultat d'un trouble général dans les fonctions de l'économie; aussi est-ce par un traitement interne et débilitant qu'on parvient à en faire disparaître les effets.

III. AGGLUTINATION DES SURFACES (pag. 382, t. I[er]; 64, t. II).

(2013 *bis*). Dans ce volume, pag. 206, nous avons eu l'occasion de faire l'application de cette théorie de l'aspiration, aux phénomènes de rapprochement des surfaces amputées. C'est par le mécanisme de la même loi que deux surfaces épidermiques s'agglutinent entre elles; elles s'aspirent mutuellement; le vide se produit entre les deux surfaces, la pression atmosphérique les rapproche, le sang afflue dans les capillaires de ce nouveau centre d'élaboration et d'aspiration; et lorsqu'on sépare les deux surfaces préalablement rapprochées, on les trouve d'autant plus fortement injectées, que le rapprochement a duré plus longtemps.

IV. MALADIES DE LA PEAU (p. 103, t. II).

(3003 *bis*). Dans le résumé que j'ai publié, dans le journal *l'Expérience*, 15 mars 1838, n° 27, pag. 428, j'ai décrit un fait d'observation qui ne s'est présenté à moi que postérieurement à l'impression de la plus grande partie du présent ouvrage. Il milite en faveur de l'opinion que j'ai adoptée sur l'origine entomologique des maladies de la peau.

Un enfant mâle, âgé de 15 ans, fut pris, à quelques lignes au-dessus du bout du sein droit, d'une démangeaison des plus insupportables, laquelle ne tarda pas à être accompagnée d'une rougeur qui s'étendait de proche en proche, et avait acquis le lendemain le diamètre d'un écu de cinq francs. Le surlendemain il se forma une nouvelle tache à quelques lignes de distance de la première. Les figures 13, pl. VII, et 4, pl. X, de Rayer *Traité des maladies de la peau*, représenteraient assez bien l'aspect général et la configuration de ces taches, si ces figures offraient, sur leur surface, un travail de petits points noirs visibles, mais peu déterminables à la vue simple. Ces taches appartenaient donc à un *impetigo*, à un *lichen*, à une dartre vive, si l'on veut; elles offraient une surface circulaire, purpurine, chagrinée, ou plutôt marquée de séries de granulations, rayonnantes du centre à la circonférence, et des ondulations concentriques de points noirs espacés entre eux. A la loupe, tous ces petits points noirs affectaient la forme de tout autant d'écussons lisses, ovales, incrustés assez profondément dans le tissu de la tache, et atteignant jusqu'à un demi-millimètre dans leur plus grand diamètre. J'en enlevai un certain nombre; ils se détachèrent régulièrement, laissant un chaton assez profond dans la plaie, d'où suinta un liquide limpide. En examinant le reste de la surface de la tache, on voyait ces écussons s'effacer pour ainsi dire en s'agrandissant, et, de passage en passage, finir par ne plus offrir de distinct qu'un contour marqué de points noirs par les écussons que nous venons de décrire. J'avais sous les yeux, sous le rapport de la forme générale, et sous celui du développement, l'analogue de ces *kermès* qui s'attachent à l'écorce des végétaux, restent immobiles à la place qu'ils ont une fois adoptée, pondent sans se déplacer, se laissent dévorer par leur progéniture, et meurent épuisés par le développement de leurs enfants qui se tiennent abrités sous la peau de la mère, comme sous un bouclier, jusqu'à ce qu'ils soient en état de se suffire à eux-mêmes, et d'aller se fixer à leur tour dans le voisinage du lieu natal, pour y pondre et y mourir comme avait fait leur mère; d'où il arrive que chaque émigration produit un cercle de points concentriques au point originel. Je plaçai sur le microscope un de ces écussons; son opacité ne me permit pas de lire dans son intérieur, je n'y remarquai pas le moindre accident de surface; mais il sortit de dessous la circonférence, dans l'eau du porte-objet, des globes albumineux, ovoïdes, absolument semblables aux globules du sang des batraciens (pl. 8, fig. 21 *b''*) et qui s'étendaient comme eux dans l'eau, en présentant un noyau central sur leur aire (3448); circonstance qui ajoute encore davantage à l'analogie; car lorsqu'on place au microscope un kermès non encore fixé, du laurier-rose, sur une goutte d'acide sulfurique, pour augmenter la transparence des tissus et lire dans l'intérieur des organes, on aperçoit dans la région abdominale une agglomération d'œufs, dont la configuration rappelle absolument celle des corps que nous venons de décrire. Les *impetigo*, *lichen* et dartres nous semblent donc être l'œuvre d'un insecte analogue, si ce n'est identique, aux *kermès* des végétaux; et cette analogie une fois admise, on comprend facilement le mécanisme du développement des taches par rayonnements et par ondulations concentriques; le point central étant la souche de la peuplade; le premier cercle, la rangée de la première génération; le second cercle, la rangée de la 2[e] génération; et ainsi de suite.

Guidé par ces idées d'analogie, j'eus recours à un analogue traitement. Je plaçai une compresse d'eau-de-vie camphrée sur les deux taches : les démangeaisons cessèrent presque subitement; la deuxième tache cessa de s'étendre, elle en resta à

ses premières dimensions; la première tache en date s'oblitéra peu à peu, et en trois jours il ne restait plus de traces ni de l'une ni de l'autre.

V. PETITE VÉROLE ET VIRUS DU VACCIN (p. 104, t. II).

(3006 *bis*). Les rapprochements que nous avons publiés dans le journal *l'Expérience*, 15 mars 1838, page 428, sur la variole, paraissent avoir fixé l'attention des médecins de la capitale; cela m'engage à entrer dans quelques détails que j'avais omis, les jugeant trop incomplets. Le virus-vaccin ne doit pas être confondu avec le virus de la petite vérole; car le virus-vaccin ne se propage pas sur la peau et ne se communique pas au contact; la vaccine, en un mot, ne s'attrape pas comme la petite vérole. Si donc la petite vérole était, comme nous en sommes convaincu, l'œuvre d'un acaridien, ce n'est pas dans le produit morbide du virus-vaccin qu'il faudrait se mettre à la recherche de l'insecte, mais bien dans les boutons commençants de la variole elle-même, car c'est là que se trouvent les caractères de sa présence. Le virus-vaccin ne saurait être, dans le cas où l'hypothèse se réaliserait, que le pus lui-même produit par l'œuvre de l'insecte, pus dont la présence imprime désormais aux tissus une qualité qui n'est plus du goût de l'insecte ravageur, et qui le fait fuir de proche en proche; car les acaridiens adultes ne vivent jamais dans le pus dont leur présence a déterminé la formation. Il pourrait donc se faire que le virus-vaccin préservât de la petite vérole, quoique ne renfermant pas un seul œuf de l'insecte qui propage la petite vérole; pas plus que ne doit en renfermer le liquide des pustules purulentes de la petite vérole. D'un autre côté, il pourrait se faire que le virus-vaccin renfermât quelques œufs, sans acquérir pourtant des qualités contagieuses; l'œuf insinué entre le derme et l'épiderme à la pointe de la lancette, ne se trouvant plus dès lors dans les conditions que la prévoyance maternelle est seule en état de réaliser. Mais, avant de prononcer qu'un liquide ne renferme rien d'analogue à un globule, ayez soin de l'étudier, en diminuant l'intensité de la lumière; on ne distingue les globules diaphanes, au microscope, qu'en abaissant le jour; et l'on ne saurait croire combien de gens se trouvent pris à cet écueil de l'observation microscopique (571).

Nous avons cherché à observer le virus-vaccin sur notre petite fille, vaccinée, à l'âge de quatre mois environ, vers le milieu de mars 1837; nous n'y avons aperçu que ce que l'on rencontre dans toutes les espèces de matières purulentes, c'est-à-dire des liquides albumineux secrétés par un organe morbide. L'albumine s'y trouve à deux états différents, à l'état de précipité globulaire et à l'état de dissolution (3458). Ce produit offre donc deux ordres de substances, une portion laiteuse et une portion limpide comme l'eau distillée. Par la dessiccation, ce produit se fendille, comme nous l'avons dit du sérum du sang (3514); et les observateurs non avertis seraient exposés à prendre l'effet du retrait du liquide qui se dessèche, pour un caractère d'une cristallisation spéciale à ce produit. Que le liquide abonde ensuite en hydrochlorate d'ammoniaque, c'est un fait qui lui est commun, avons-nous établi dans la première édition du *Nouveau système de chimie organique*, avec tous les liquides albumineux et avec presque tous les liquides animaux, chez lesquels l'albumine est moins abondante.

VI. ASCARIDE VERMICULAIRE (p. 106, t. II).

(3018 *bis*). L'ascaride vermiculaire, ce ver rongeur de l'homme, depuis l'enfance jusqu'à la mort, est un helminthe blanc comme un fil de coton, diaphane comme le verre, qui atteint en longueur jusqu'à cinq millimètres, et dont la forme extérieure rappelle tout à fait celle du vibrion du vinaigre et de la farine en fermentation acide, à l'exception que la portion antérieure est semi-vésiculaire, et que là le corps paraît bordé de chaque côté d'un renflement plus transparent. Cet insecte se meut comme l'anguille par des mouvements en S. Aux trois quarts environ de son corps est l'ouverture anale, qui est en même temps l'ouverture vaginale. Là, le corps commence à se terminer en une queue courbe, amincie, roide et cornée, avec laquelle il titille les chairs. Nous ne saurions trop inviter les médecins à ne jamais perdre de vue la présence de ces insectes dans les divers cas maladifs, qui affectent à la fois les membres d'une même famille. En général, on attache une trop grande importance, comme caractère, à la présence ou à l'absence des démangeaisons du nez. Les ascarides peuvent faire les plus grands ravages dans toute l'étendue du canal alimentaire, sans donner ce signe classique de leur présence. Ce signe n'est qu'un cas particulier de leur émigration; les plus jeunes, en effet, se glissent dans la cavité buccale, dans les anfractuosités pulmonaires, dans les fosses nasales; de là toux opiniâtre dans le premier cas, et prurit ou éternu-

ment violent dans le second. Les personnes envahies éprouvent fréquemment aussi ce même prurit au fondement, prurit incommode et impatientant. On est sûr alors que les ascarides se dirigent en dehors vers les muqueuses des organes sexuels, qu'ils irritent de mille manières différentes.

Les familles principalement affectées de cette vermine sont celles qui contractent l'habitude d'un régime laiteux et sucré. Elles guérissent radicalement, dès qu'elles adoptent le régime épicé et les boissons alcooliques; ne craignez pas, dans ces sortes d'accidents, d'exagérer un peu la dose de poivre qui entre comme condiment dans les préparations culinaires; le soulagement du malade sera instantané (3662). Il est peu de gastrites, gastralgies, entérites qui ne tirent leur origine de la présence de ces parasites infiniment petits; et il existe, dans les auteurs classiques, des cas de toux opiniâtres, qui n'ont cédé qu'aux drastiques anthelmintiques.

### VII. EFFETS DU CAMPHRE CONTRE LES INSECTES RAVAGEURS (p. 115, t. II).

(3055 *bis*). J'ai eu occasion, ce printemps, de renouveler mes essais sur ce procédé; voici quelques-uns des résultats les plus saillants que j'ai obtenus. Au mois d'avril, une foule de jeunes bourgeons à feuilles et à fleurs de pommiers et de poiriers, se trouvaient attaqués d'une espèce de *cloque*, produite par la présence de la jeune chenille de ces arbres, qui enlaçait, agglutinait et cousait, pour ainsi dire, ensemble, le faisceau de feuilles, en sorte que le cœur du bourgeon lui servait de pâture et les feuilles externes d'abri. J'émiettais quelques parcelles de camphre sur les bourgeons attaqués, et le lendemain je les trouvais épanouis; le cœur du bourgeon, abandonné par la chenille, s'était développé, et avait rompu, par sa force d'expansion, les liens qui tenaient les feuilles externes attachées ensemble. Toutes les fois que le même phénomène se présentait à mes yeux, j'avais recours au même expédient, et j'ai toujours obtenu le même résultat. Cependant il faut avouer que les chenilles, larves imparfaites, sont parmi les insectes ceux qui se montrent les plus rebelles à l'action du camphre, et le bravent de plus près; il faut que le camphre les touche presque pour que l'odeur les mette en fuite.

Il n'en est pas de même des insectes parfaits; on les éloigne à de grandes distances, et on force la plupart à s'expatrier, par une parcelle de camphre grosse comme une tête d'épingle. Ainsi un mur assez vieux d'espalier avait été envahi par un assez grand nombre de fourmilières, dont chacune avait pris possession de l'un des trous pratiqués dans les joints des pierres de taille. On les voyait se promener processionnellement, en un long cordon noir, depuis la base du mur jusqu'à la corniche. Le 8 mai, à 4 heures, je plaçai une parcelle de camphre à l'ouverture de chaque trou que je pus découvrir; je vis aussitôt les fourmis reculer avec horreur, au lieu d'entrer, et celles qui étaient dedans sortir avec un empressement extraordinaire; le lendemain, toute la colonie avait émigré; à peine rencontrait-on çà et là un ou deux traînards, et qui peut-être arrivaient là pour la première fois du voisinage. Tant que le camphre a duré, le mur est resté solitaire. Contre les vers qui rongent les racines, tels que le ver blanc ou ver du hanneton, j'ai obtenu des résultats assez appréciables, en arrosant avec de l'eau recueillie dans les tonneaux qui avaient servi au transport des huiles grasses; l'odeur de l'huile les incommode peut-être autant que la substance elle-même, en s'attachant à leurs stigmates respiratoires.

FIN DES NOTES ADDITIONNELLES.

# TABLE GÉNÉRALE

PAR ORDRE ALPHABÉTIQUE,

DES MATIÈRES CONTENUES DANS L'OUVRAGE.

*N. B.* Les chiffres arabes indiquent l'alinéa (le premier volume comprend jusqu'à l'alinéa 1769). Les chiffres précédés de la lettre *p* renvoient aux avertissements placés en tête du premier volume et aux notes additionnelles qui terminent le second; les lettres *Pl* aux planches et figures de l'atlas.

## A.

## B.



## C.

D

E.

# F.

## H.



## I.

## J.



## K.



## L.

## M.

## N.

## O.



## P.

## Q.



## R.

## S.

## T.

## U.



## V.



## W.

## X.



## Y.



## Z.



FIN DE LA TABLE GÉNÉRALE.

# TABLE DES MATIÈRES

## DU PREMIER VOLUME, PAR ORDRE DE CHAPITRES.

## DEUXIÈME PARTIE.



### PREMIÈRE SECTION.



### DEUXIÈME SECTION.



#### PREMIÈRE CLASSE.



#### PREMIER GROUPE.



#### PREMIÈRE DIVISION.

# TABLE DES MATIÈRES

## DU DEUXIÈME VOLUME, PAR ORDRE DE CHAPITRES.

DEUXIÈME DIVISION.

DEUXIÈME DIVISION.



QUATRIÈME GROUPE.



PREMIÈRE SECTION.



DEUXIÈME SECTION.

DEUXIÈME CLASSE.



PREMIÈRE DIVISION.



PREMIÈRE DIVISION.



TROISIÈME DIVISION.

QUATRIÈME DIVISION.



## TROISIÈME PARTIE.



## QUATRIÈME PARTIE.



FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES CONTENUES DANS CET OUVRAGE.

IQUE,

/ATION,

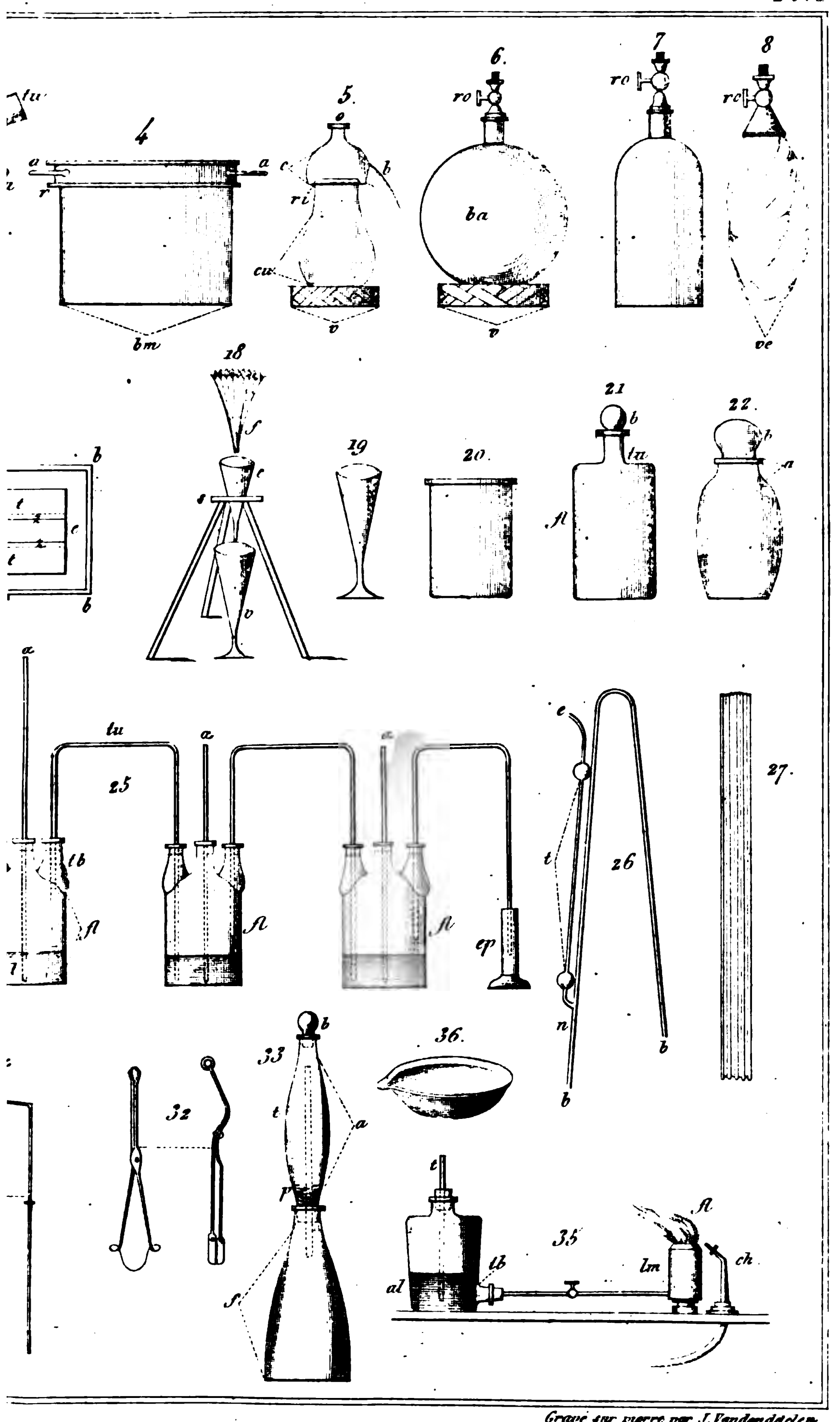
N GRAND ET EN PETIT,

PÉ;

RÈS NATURE,

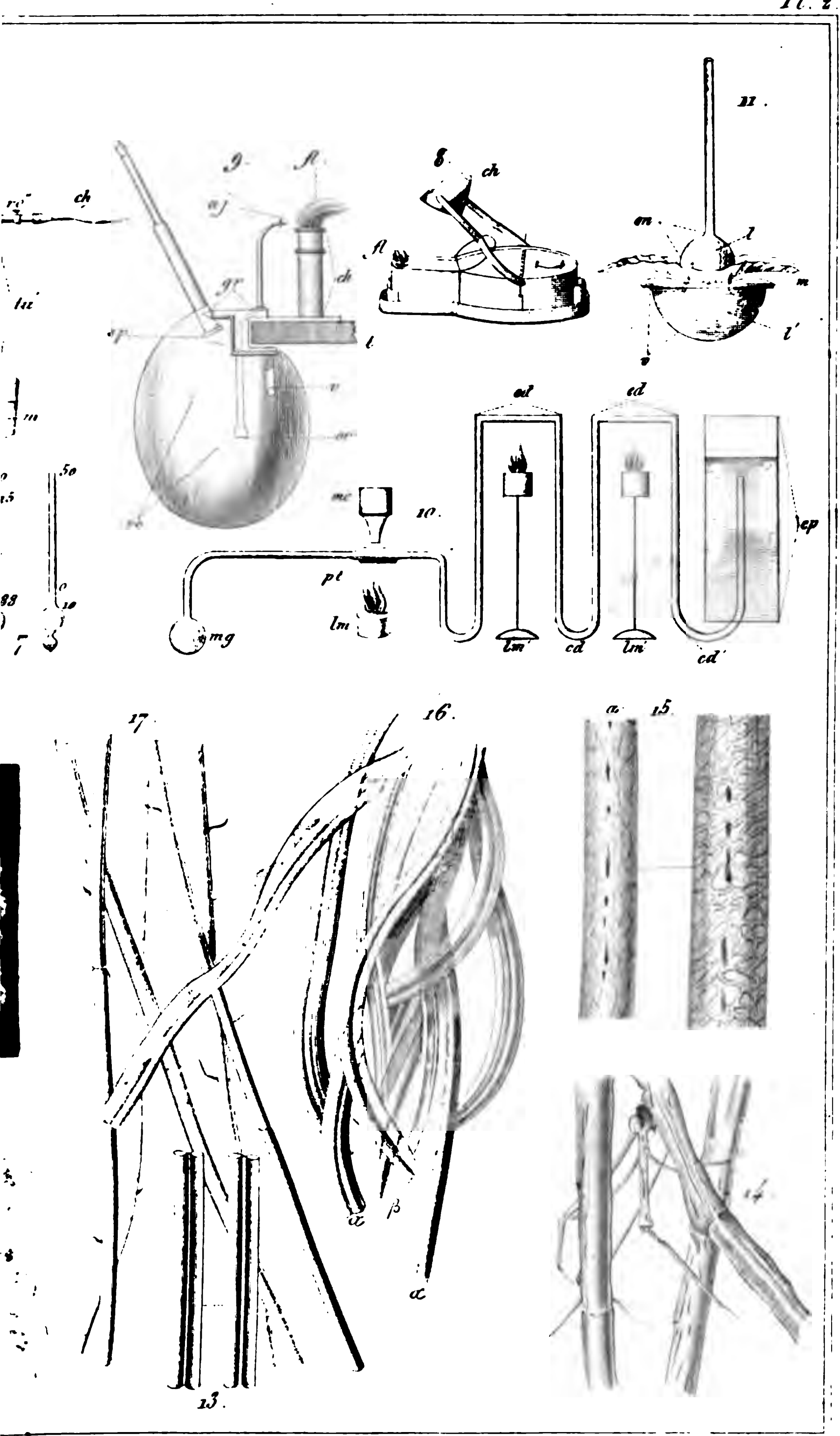
ura plus d'une fois à faire, entre l'image qu'on a
les dessins publiés par d'autres auteurs, il faudra
es instruments. — Tome 1er, page 153.

LES,



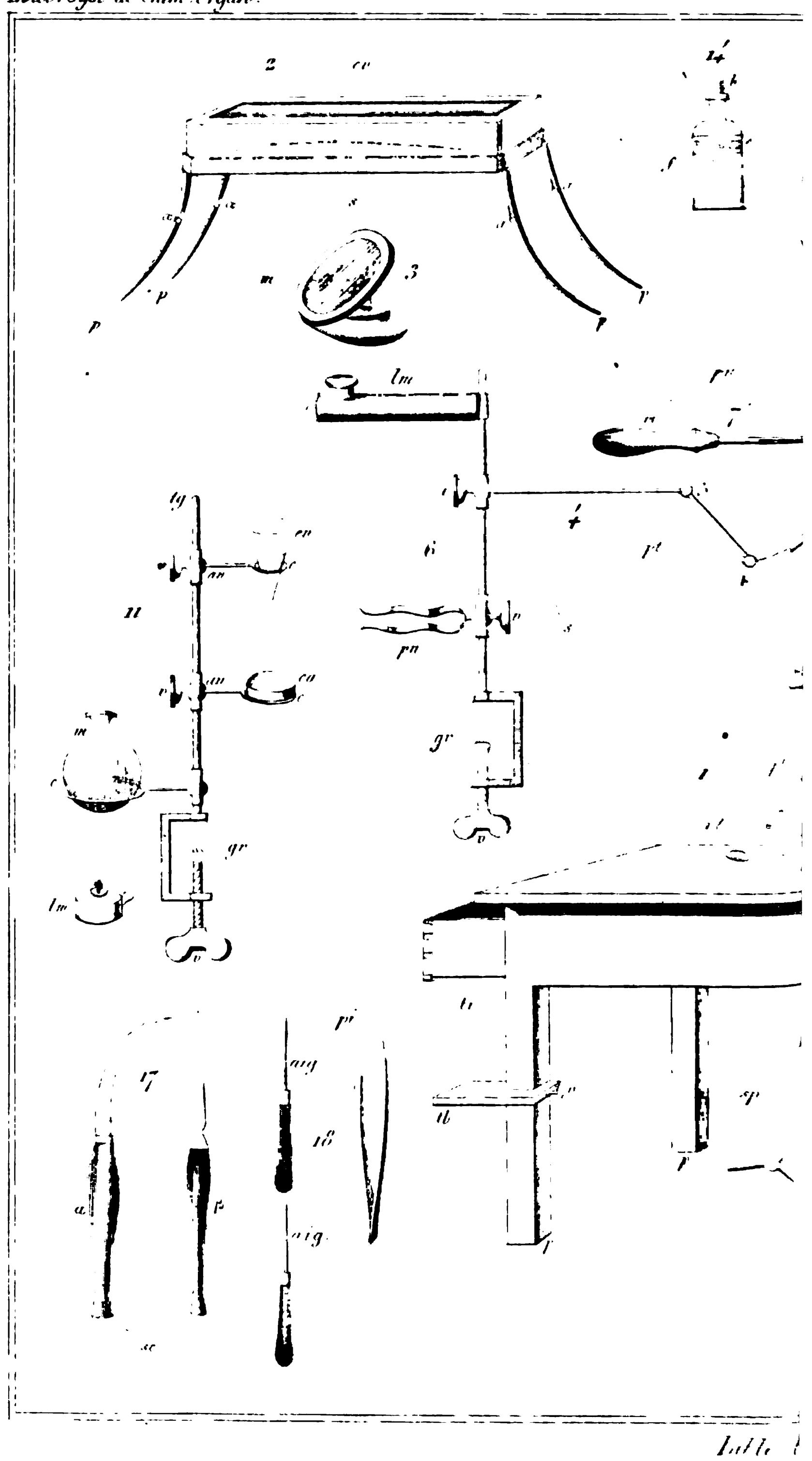

Gravé sur pierre par J. Vandendaelen

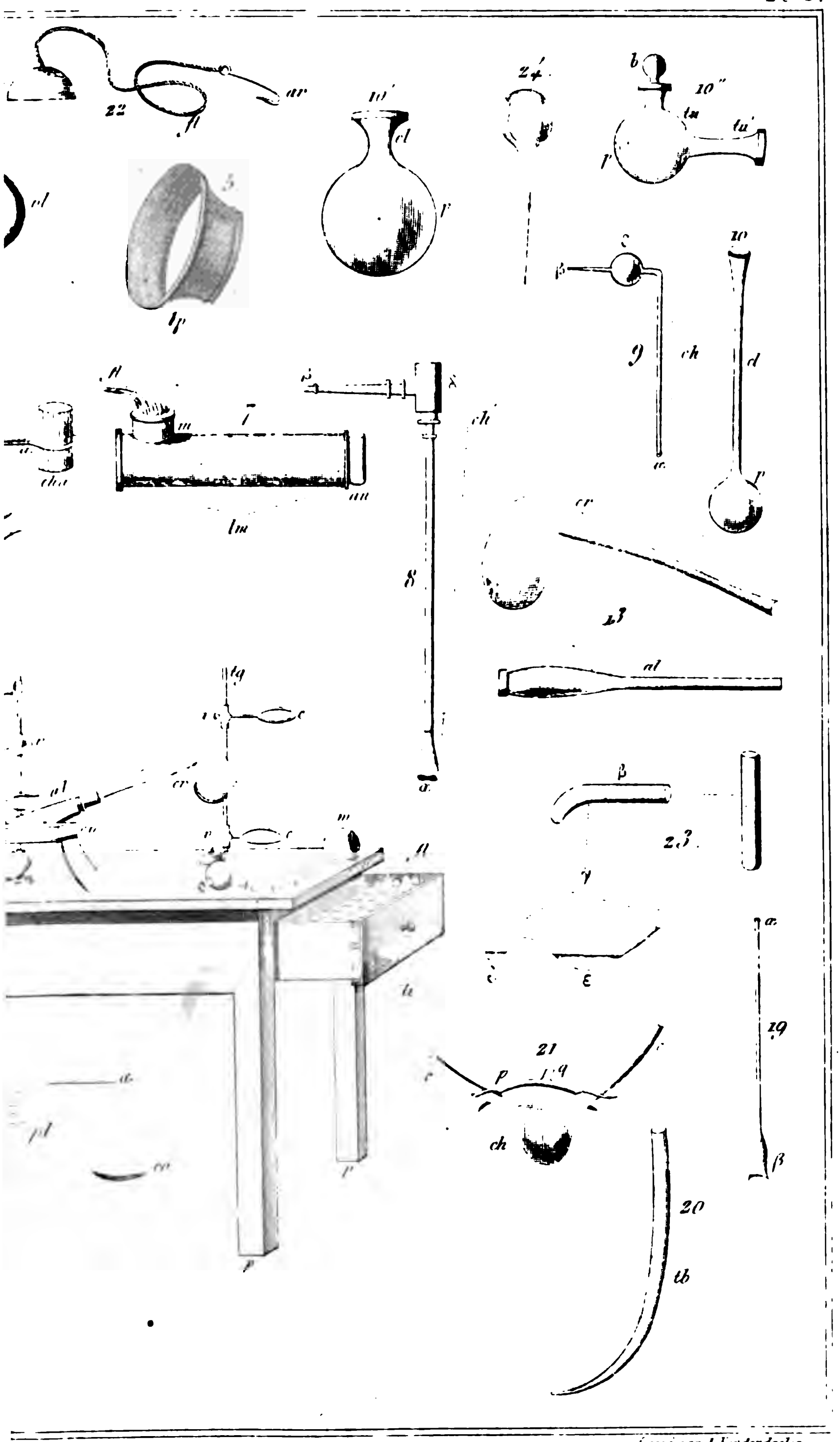
1 à 11 Appareils de manipulation. 16-17 élémens fibrillair




ffes.-17-22 structure de l'œil (Pl. 4) 23. 24. tissus parasites.

Gravé sur pierre par J. Vandendaelen.


2
3
4
6
11
14
17
18
lm
gr
gr
pn
pt
p'
aig
aig.
lm
Lith.



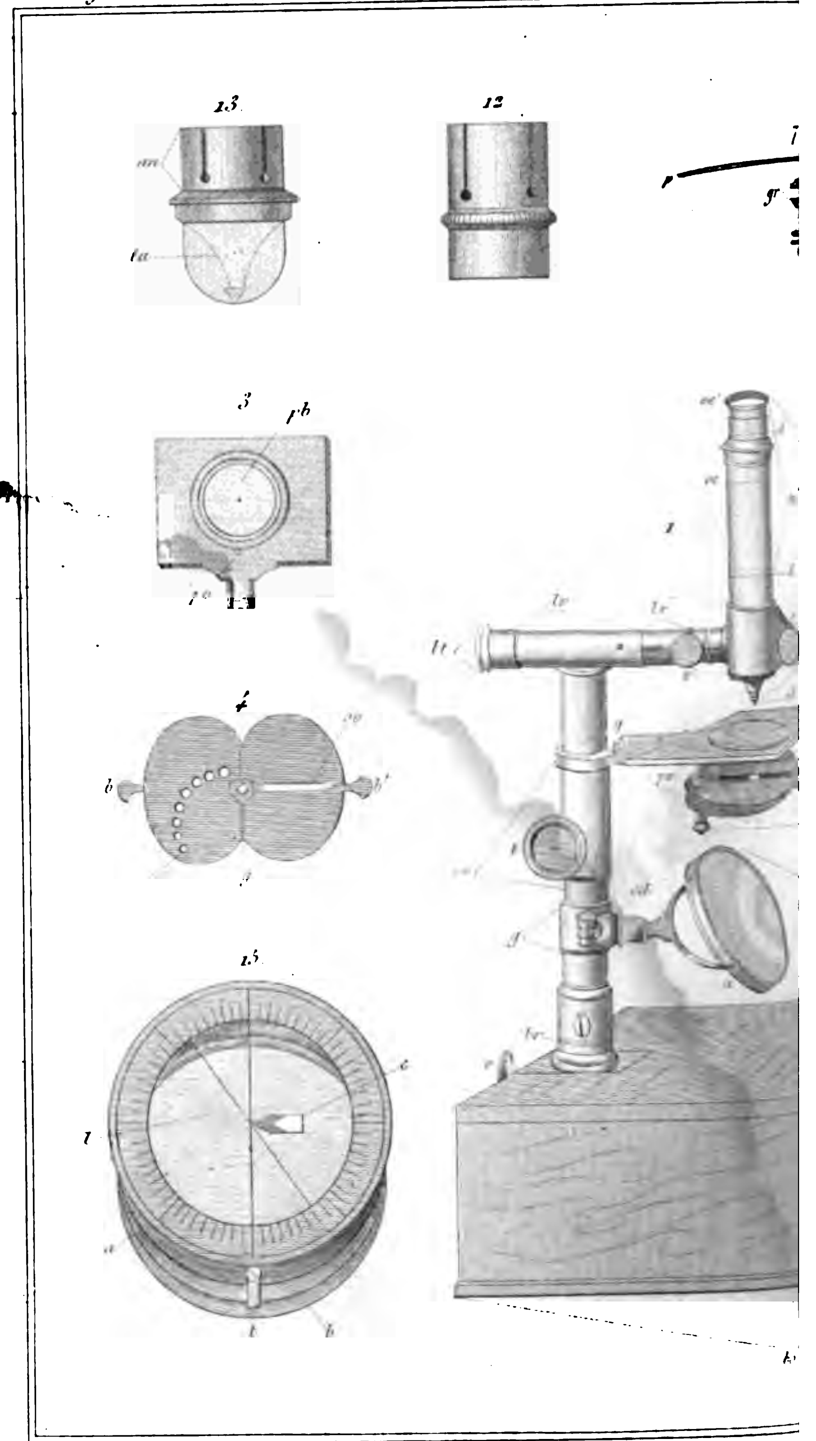

Gravé par J. Vandendaelen.

...atoire.

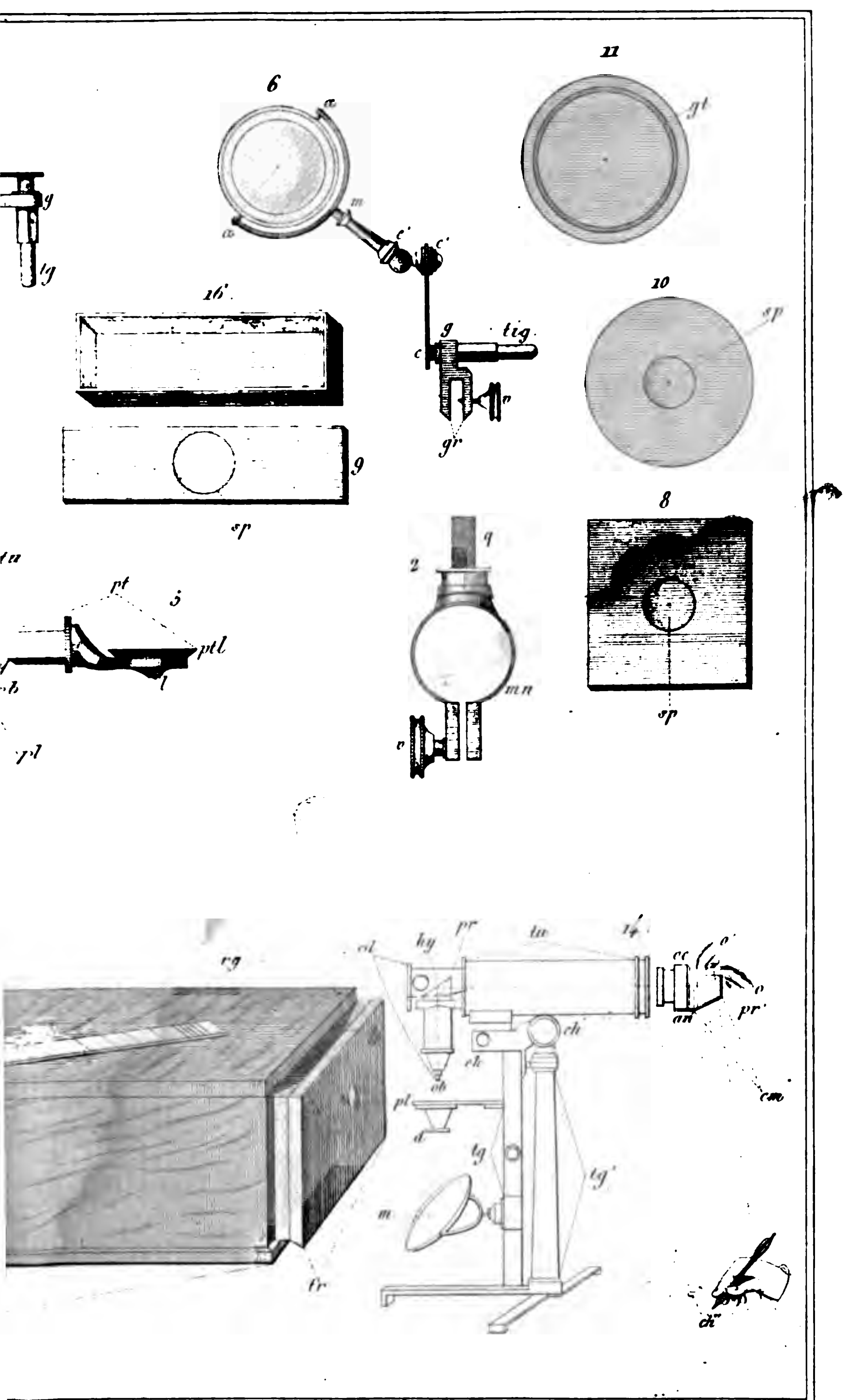
1 à 10 Théorie de la réflection et de la
11 Microscope de voyage. — 13 à 26 Struc

Gravé par J. Vandendaelen.

...tions – 12 Théorie du Microscope composé.
... l'œil et théorie de la vision.



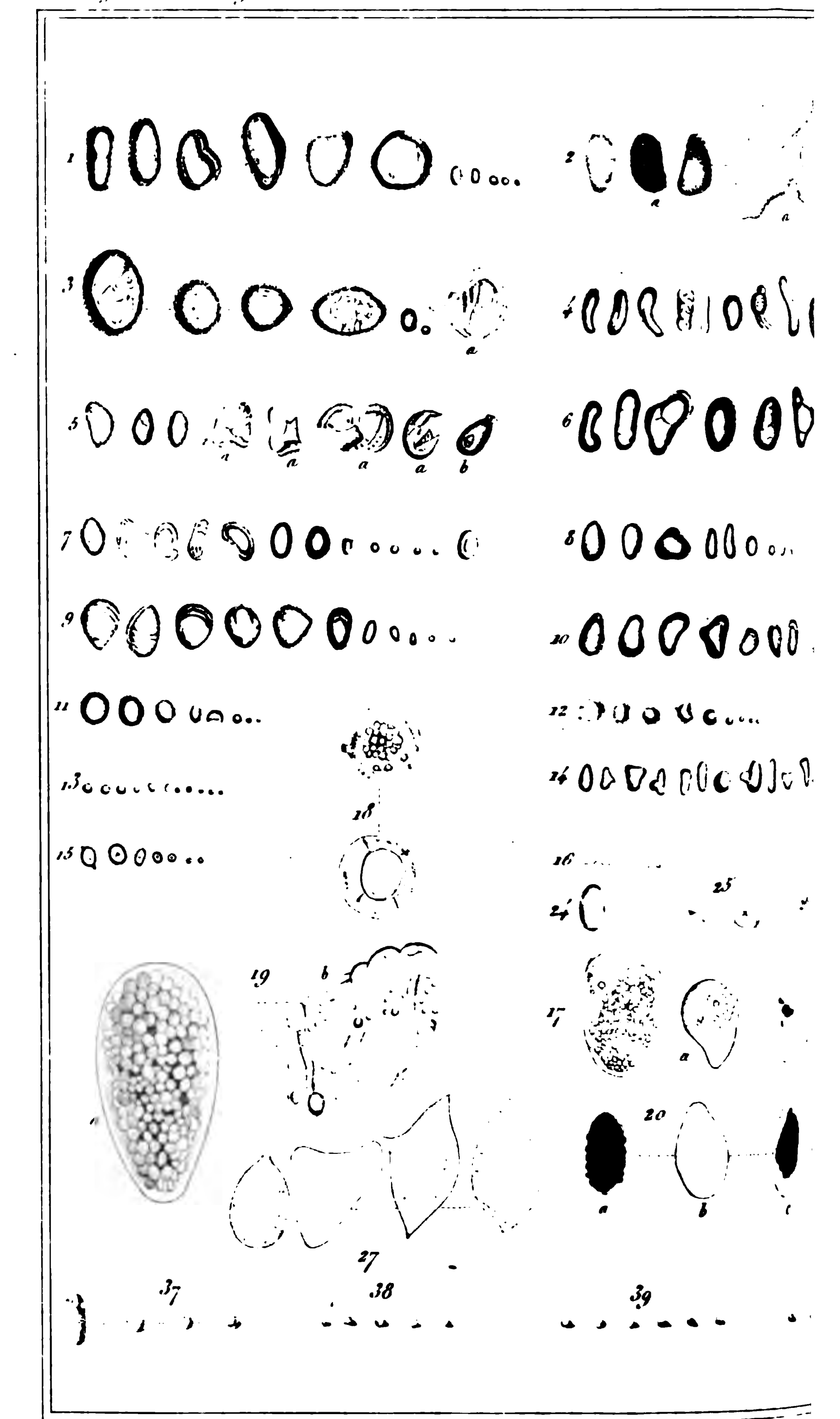

1 a 13 Microscope double. — 14 Microscop




ontal. 15 Goniomètre microscopique.

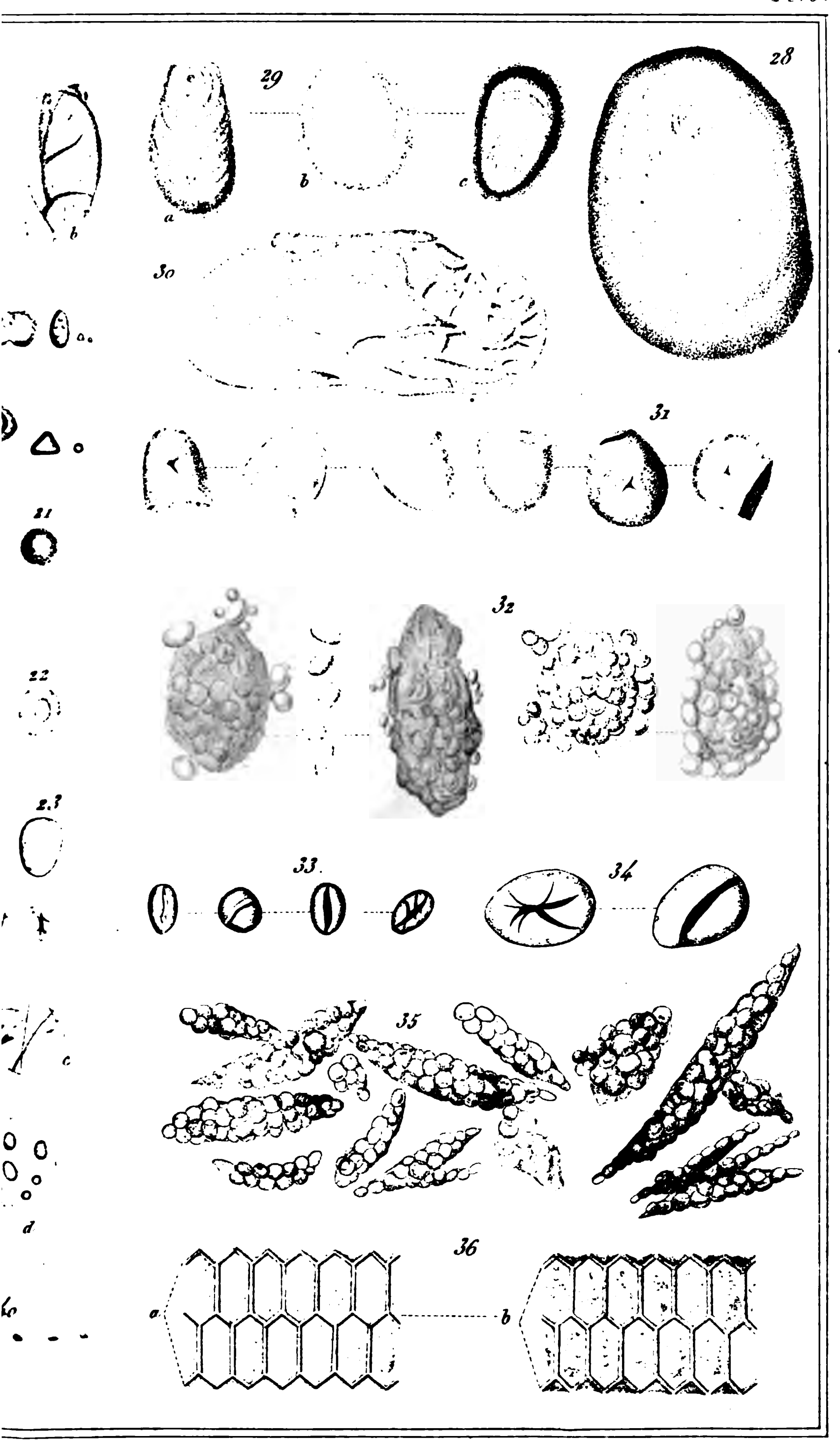
Gravé par J. Vandendaelen.

Tableau comparatif des caractères

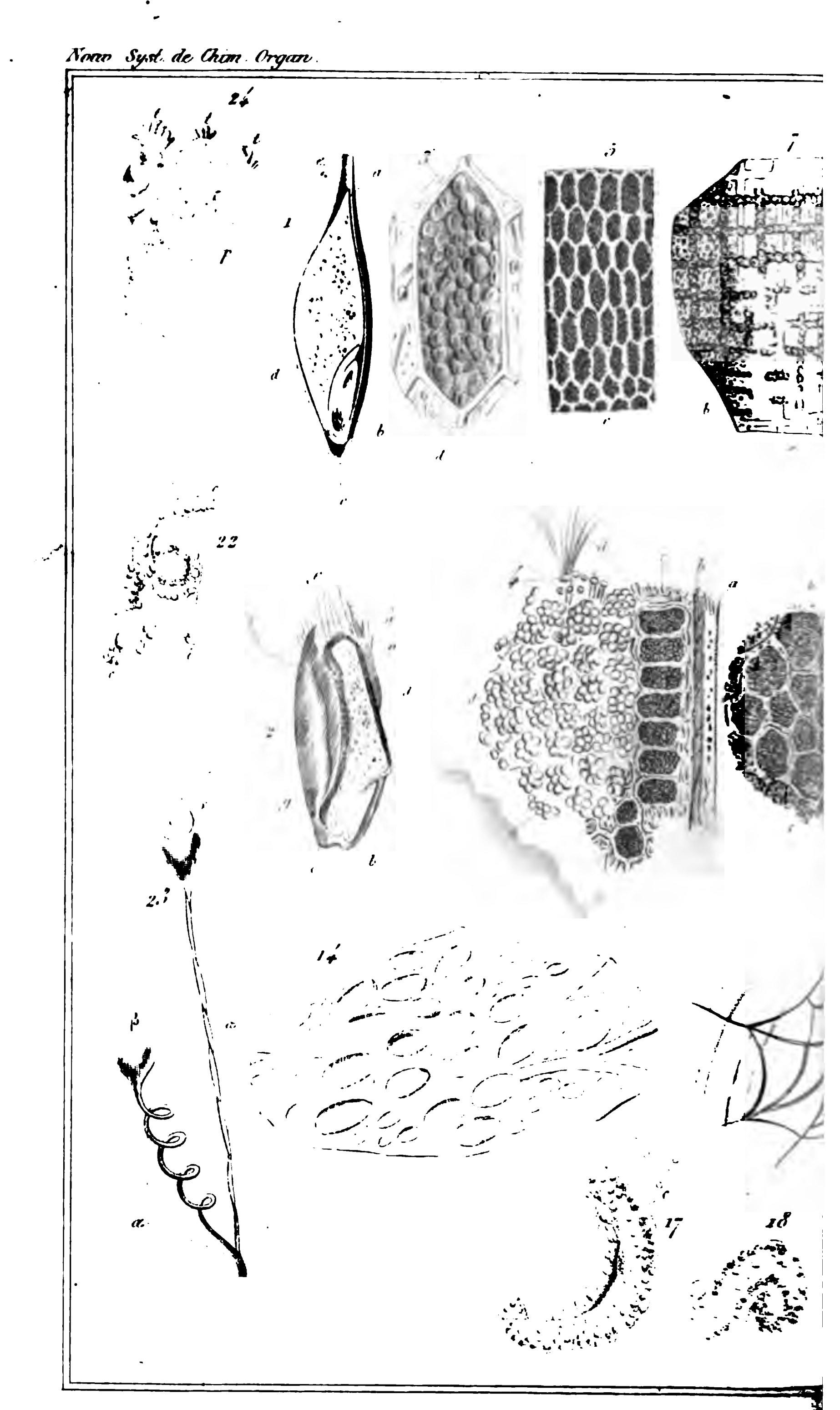



Gravé par J. Vandermaelen

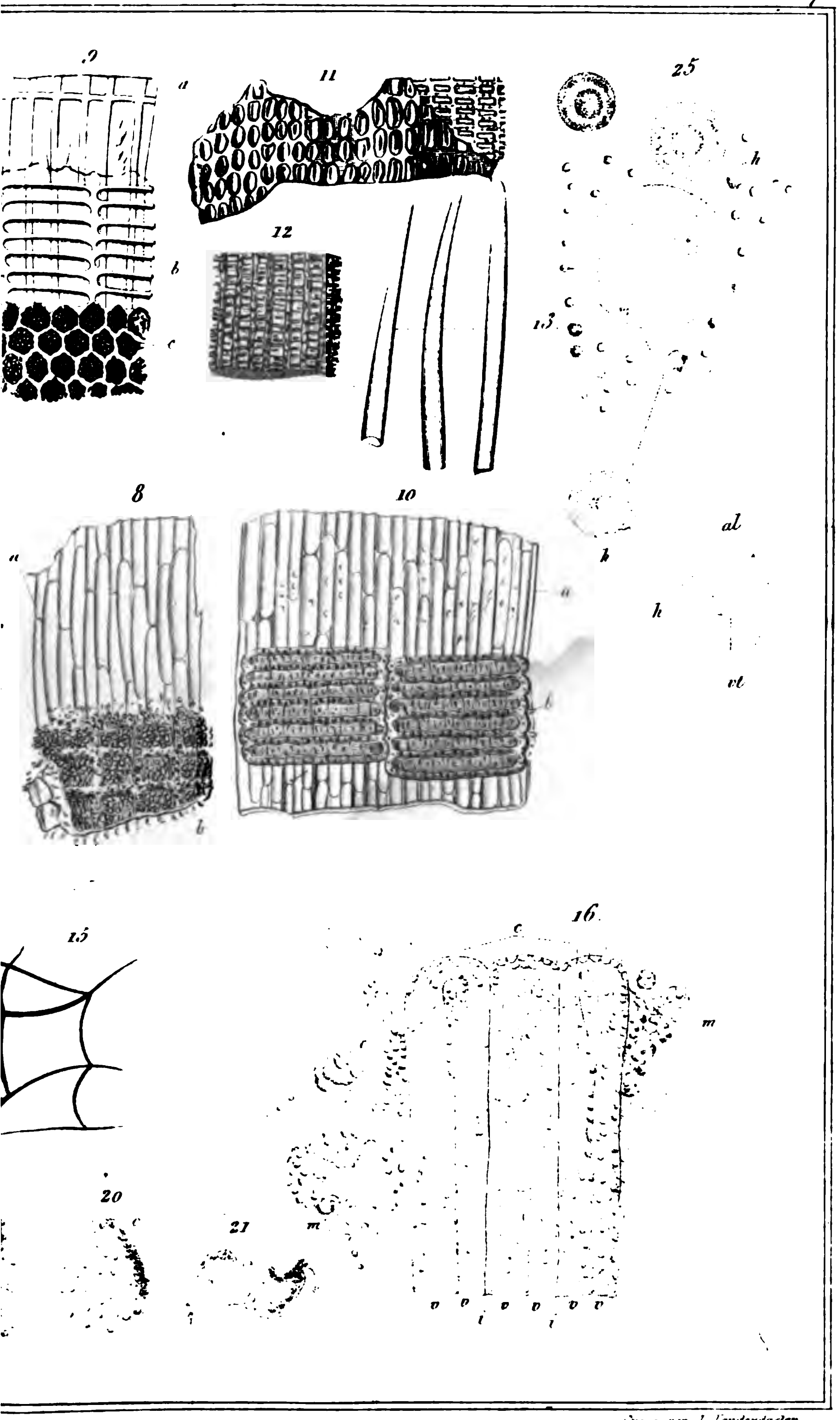
1. Fécule de pomme de terre X 100 ; 29 la même X 150 ; 28 la même
37 à 40 boulettes de sagou. _ 6 féc. du Lys des incas. _ 7 de fève. _ 8 d'igname. _ 9 de tulipe. _ 10 de
millet. _ 17 de muselle. _ 24 et 32 d'avoine. _ 25 de Seigle. _ 26. 33 et 34 de lentille. _ 31 d'arro



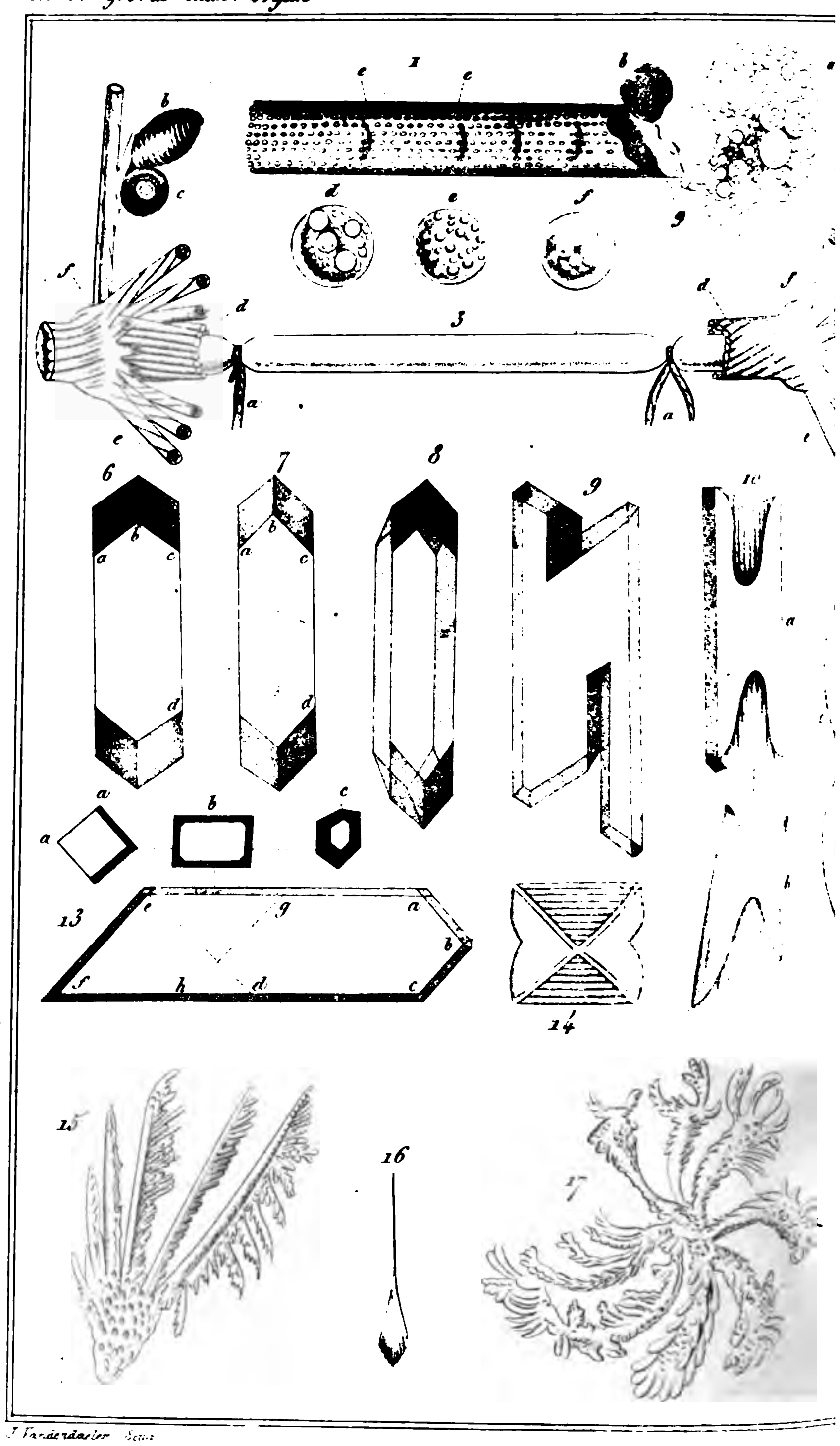

fris. – 2. a et b et 30 téguments. – 3 et 4 féc. du Chara 5 du Sagou:
vert. – 11. féc. anonyme des antilles. – 12 de froment. – 13 et 14 d'iris. 15 de tapioka. – 16 de petit
' – 35 d'orge antique. – 36 de Trapa. – 27 inuline de Symphoricarpos (1088). – 20 féc. verte (1098)




1 à 15 Analyse microscopique de la farine de
respiratoires des microscopiques. 22.24 fragmens du polype

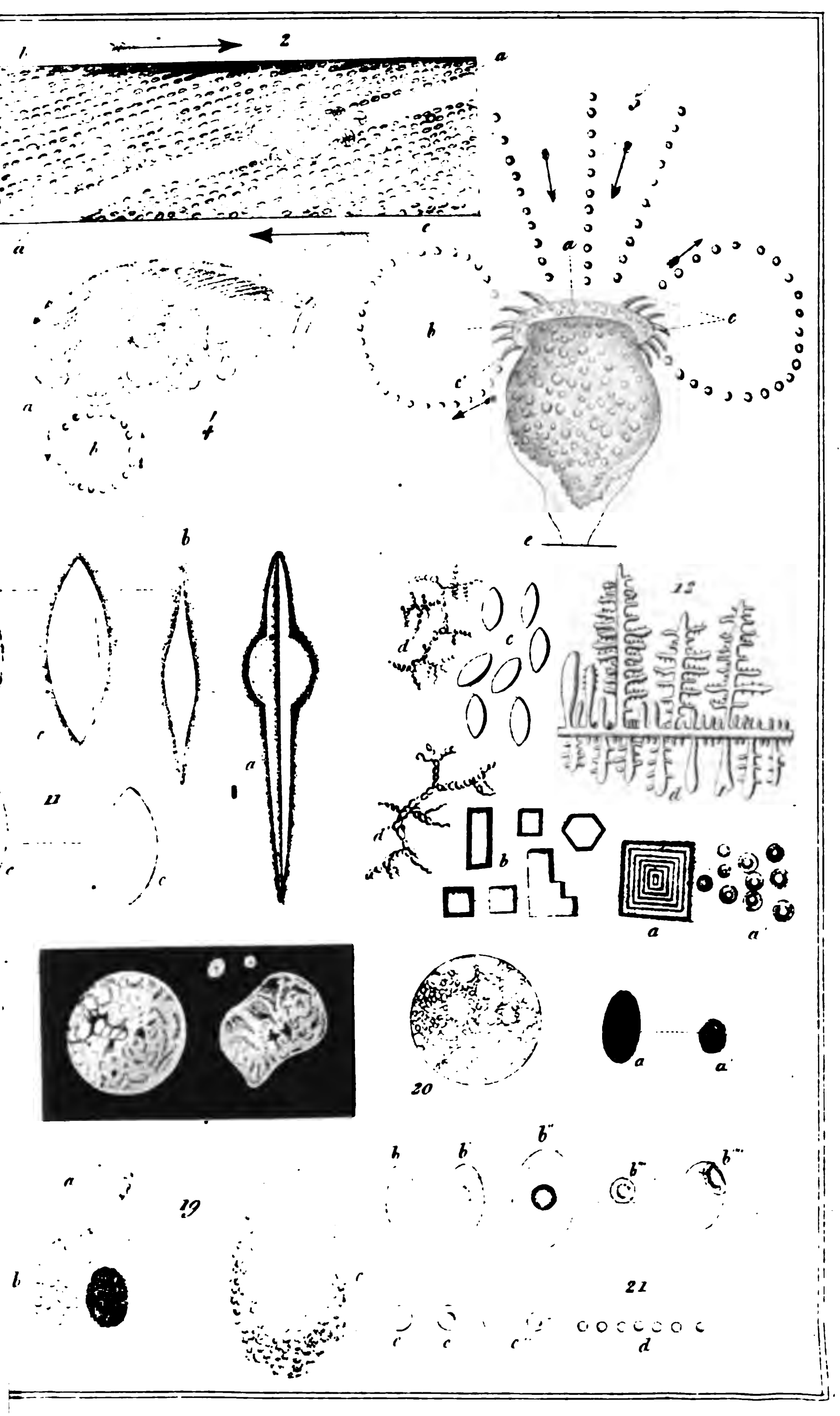



es, du gluten. et. de l'hordeine. — 16 a 21. organes
lcyonelle. — 23 vorticelle. — 25. œufs de la moule de riviere



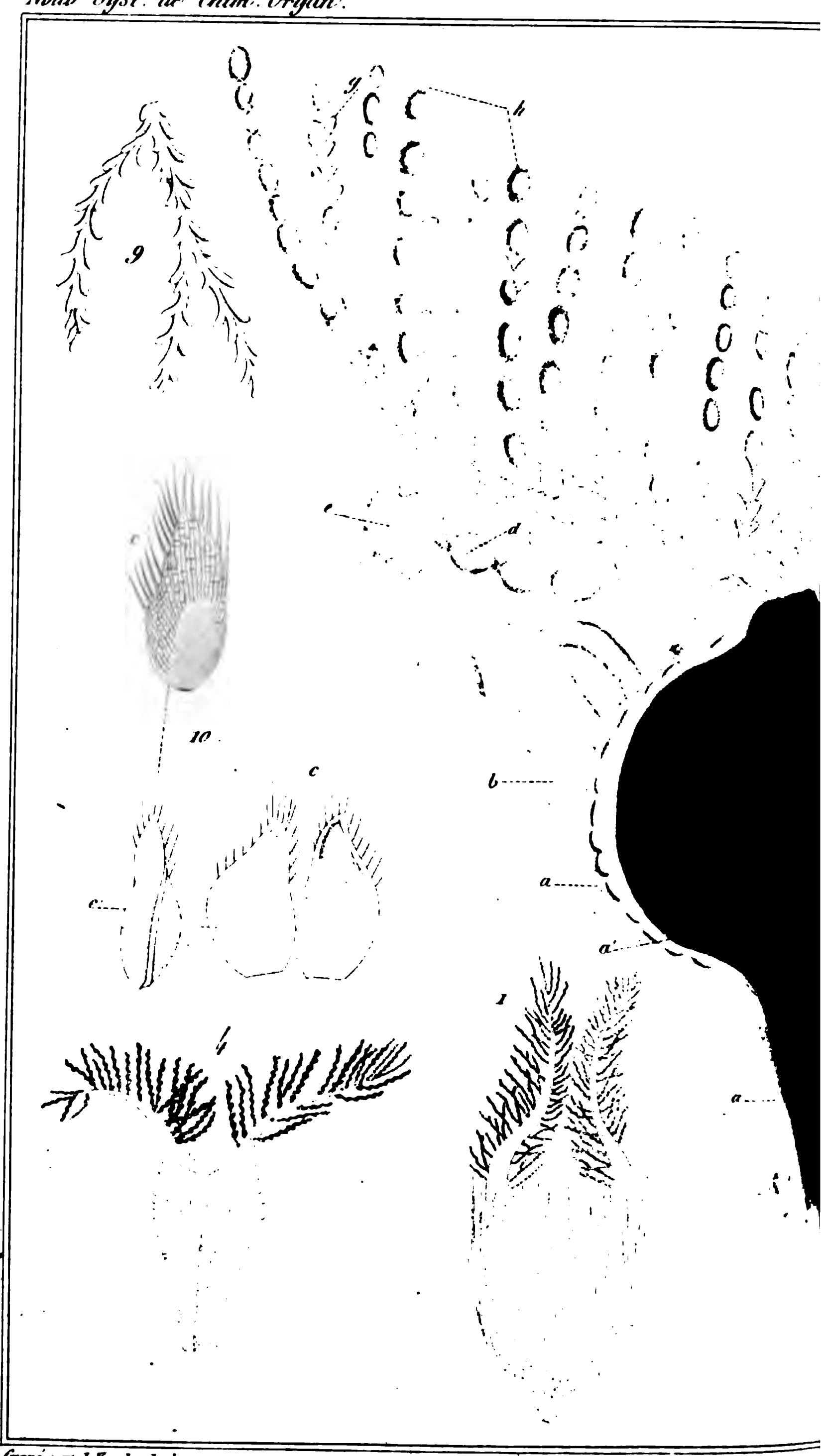

J. Vandendaele Sculp.

Analyse microscopique du ... de l'acide lactique et des globules de ...



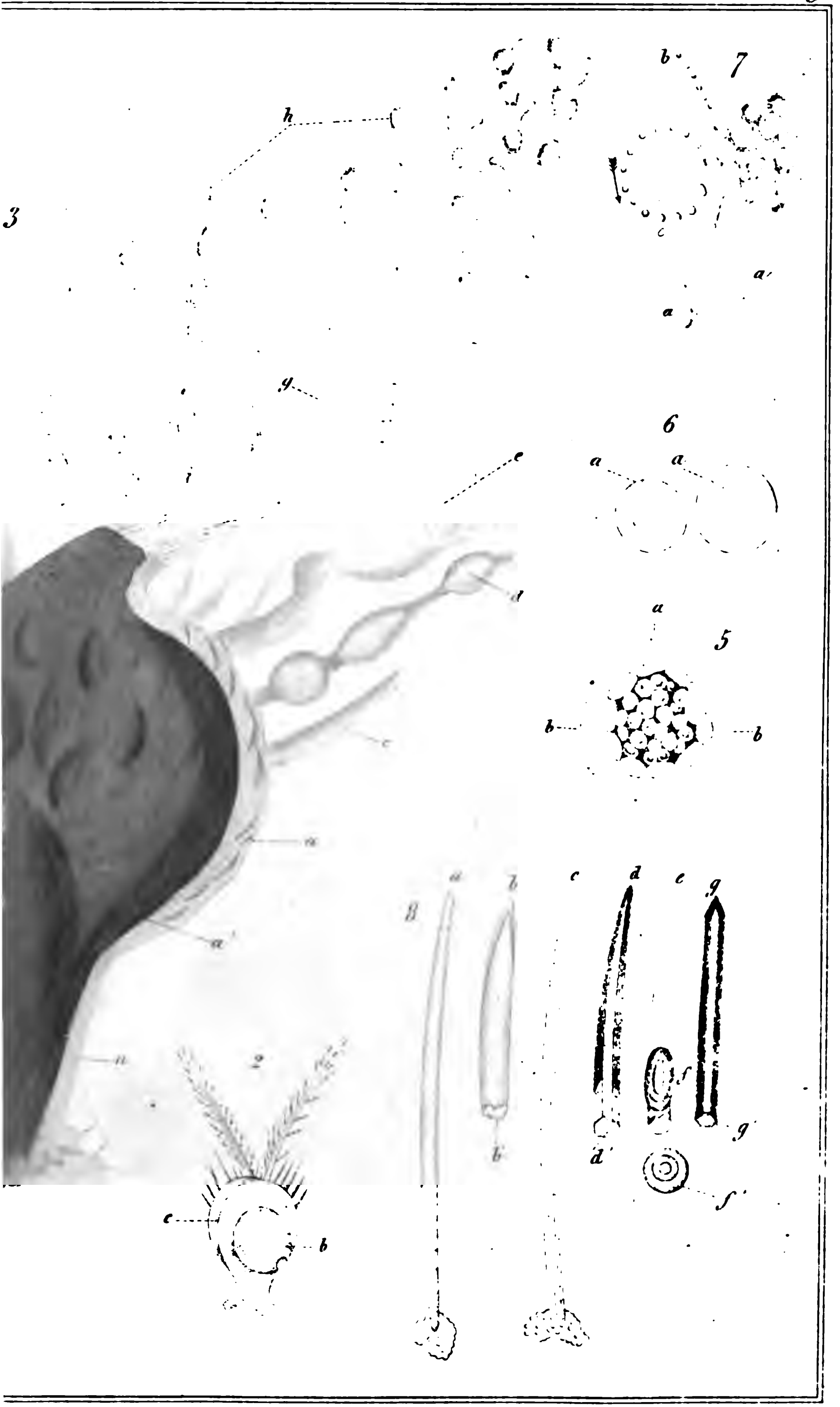

dans l'intérieur d'un tube de Chara.

5 Verticelle




Gravé par J. Vandendaden.

Réactif du Sucre de l...




*...uine et de l'Huile.*




Gravé par J. Vandendaelen.

1 a 12 Pollen des feuilles. _ 13 a 29 Pollen d
Graisse de mouton _ 36 a 38 Graisse d

1

b

b

a

a

a

a

b

5

a

a

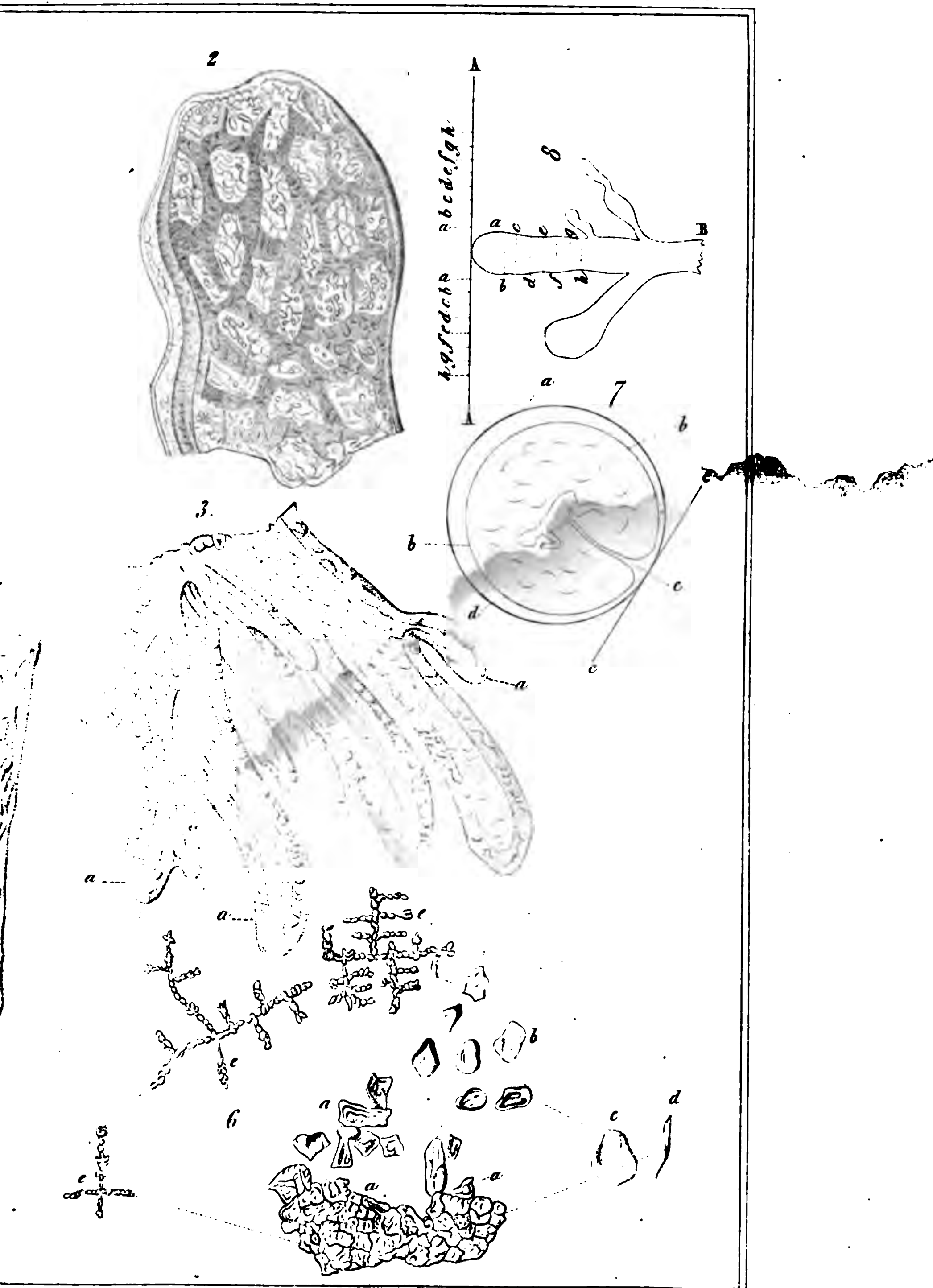
3

c

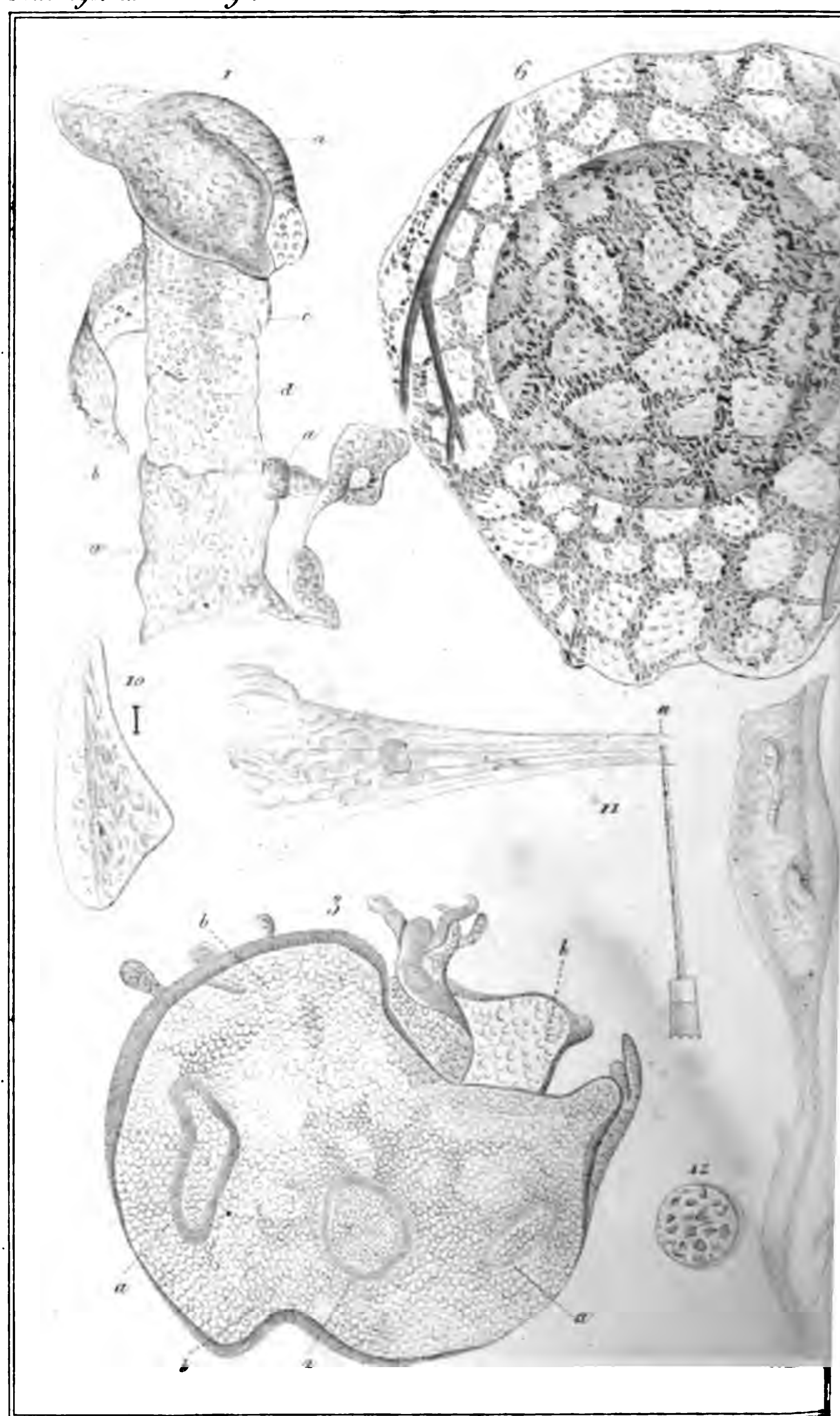
a

b

1.3 Fibrilles du chorion. – 2 papille branchial
6 surfaces buccales. – 7 8 théorie placentaire. –



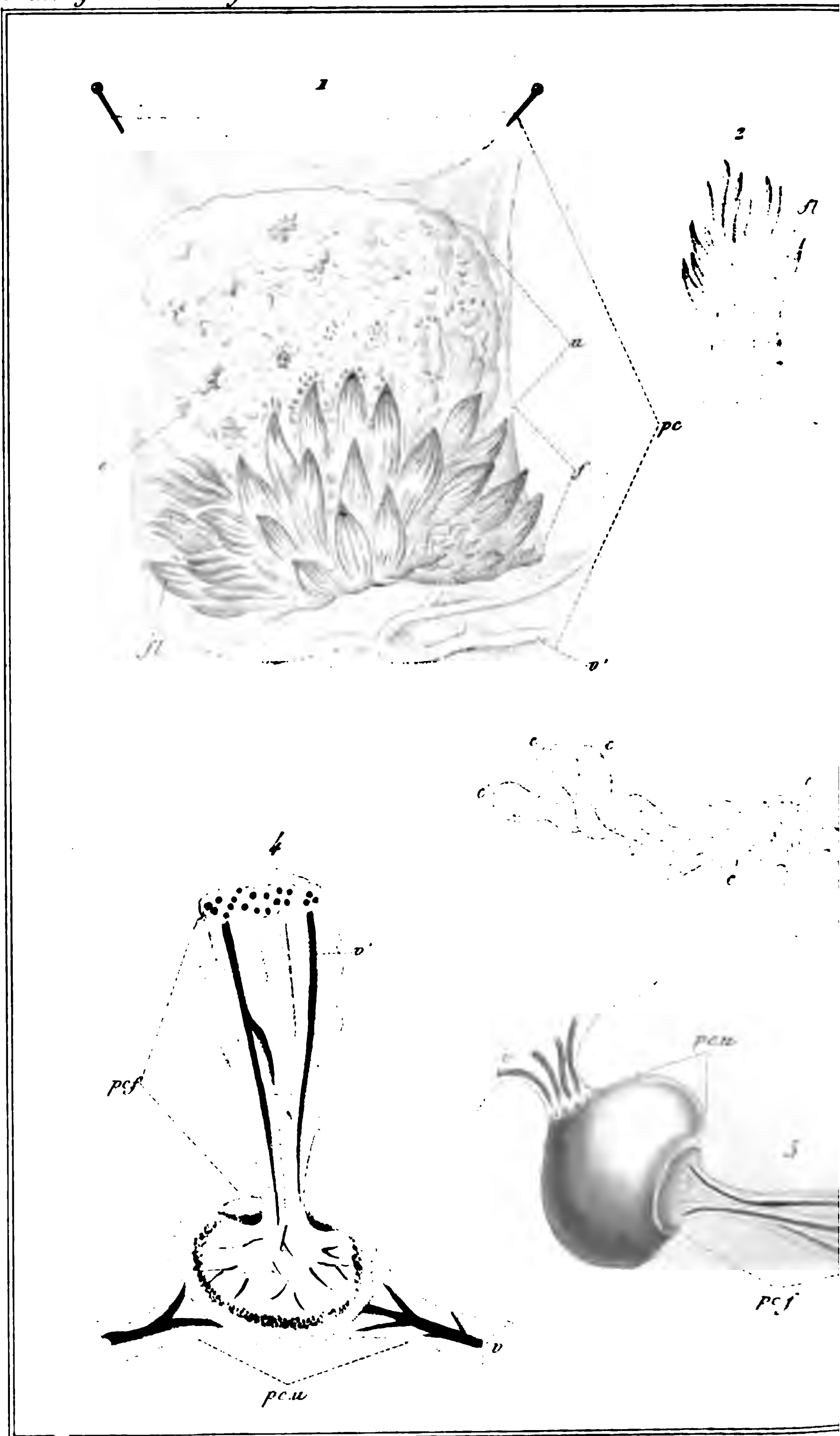

…protée. – 3. 4 villosités intestinales.
…faisceau musculaire bouilli du bœuf.



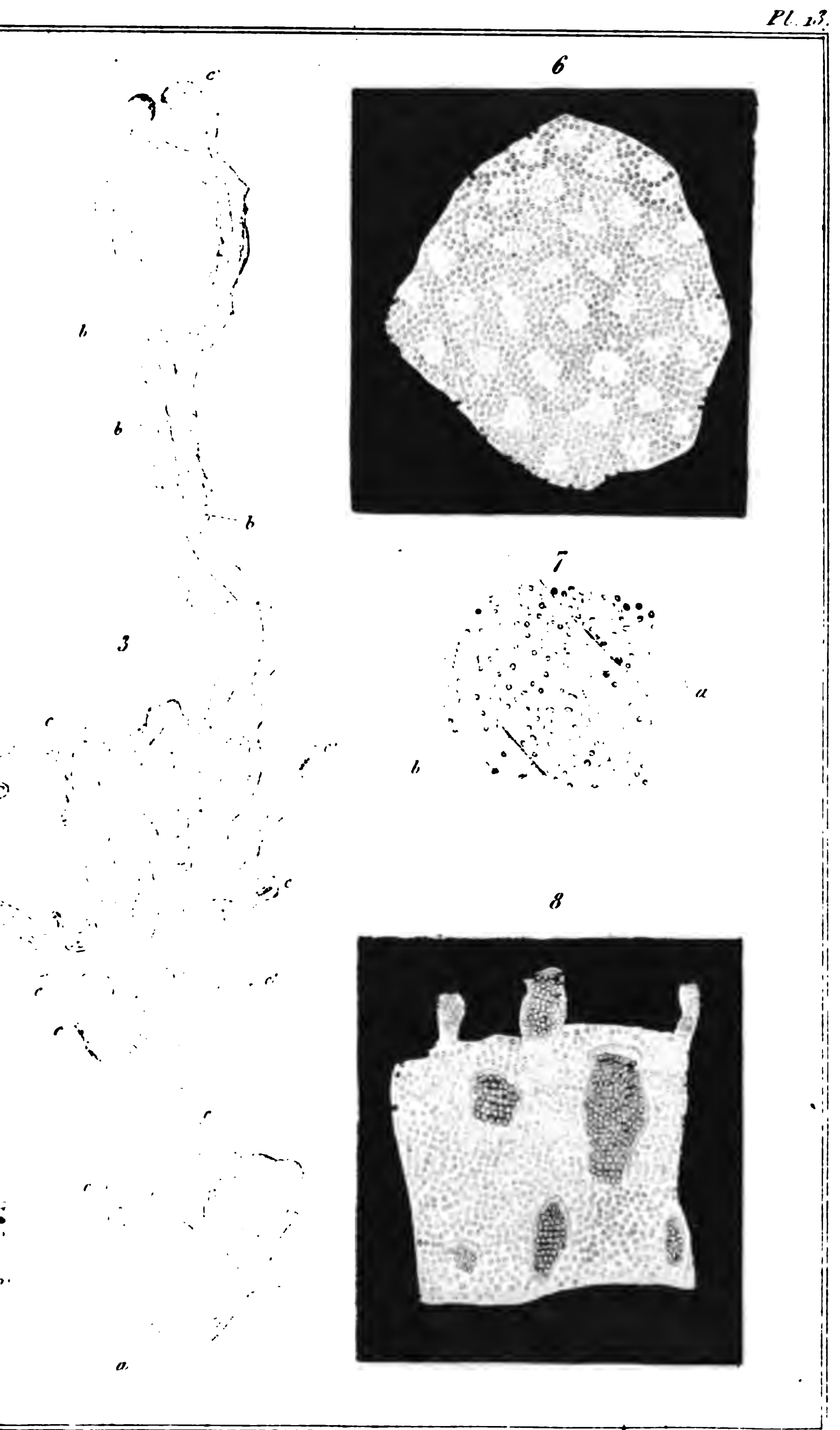

1-6 Fibrilles du chorion. - 7-12 ovuligères de l'a



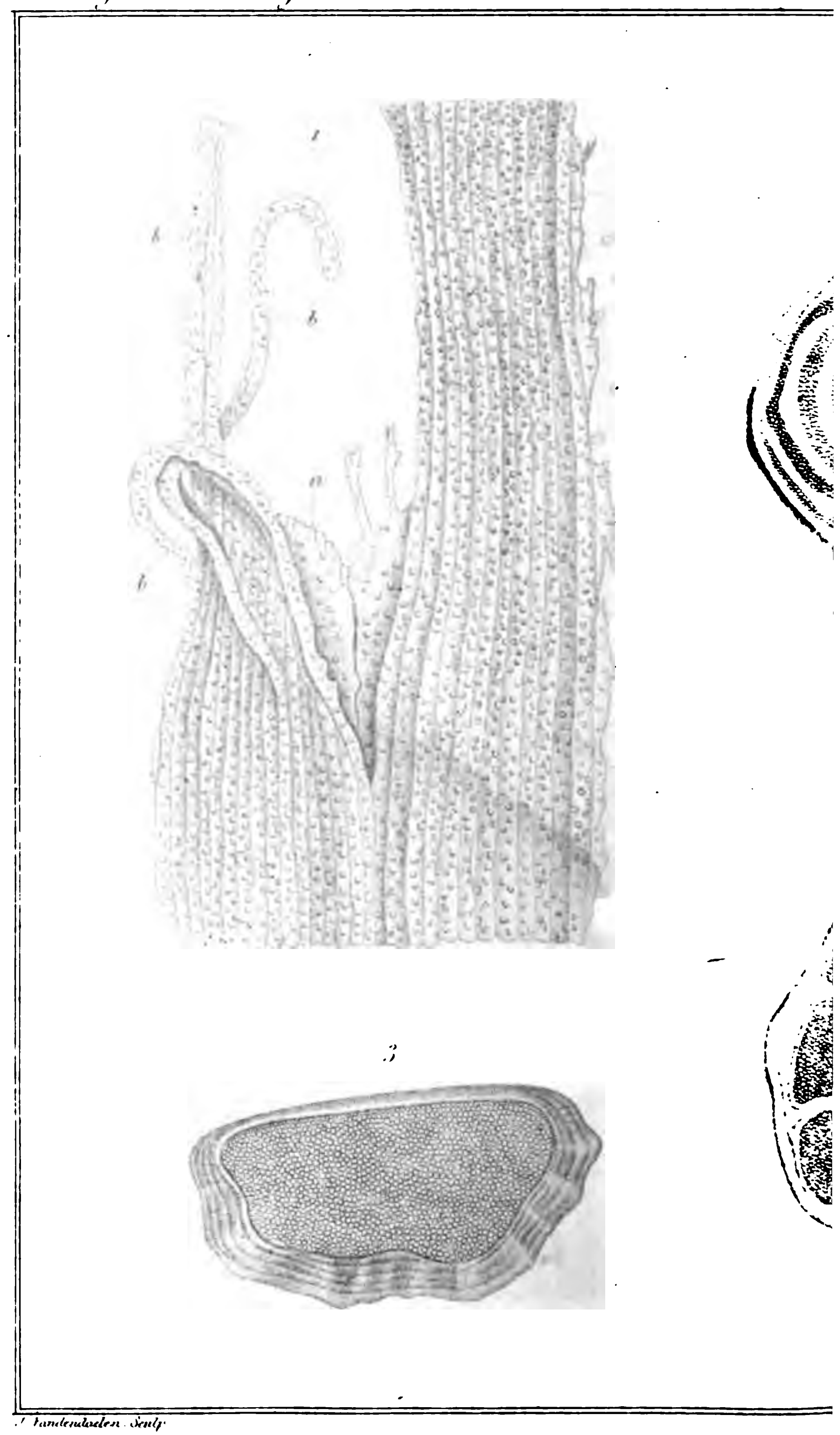

...ulation du poignet. 5 théorie de l'ossification.




1 a 2 Placenta de la Vache — 3 Fibrille ...
Brebis — 6 Peau d'un Fœtus de Brebis — 8 la même prise sur ...

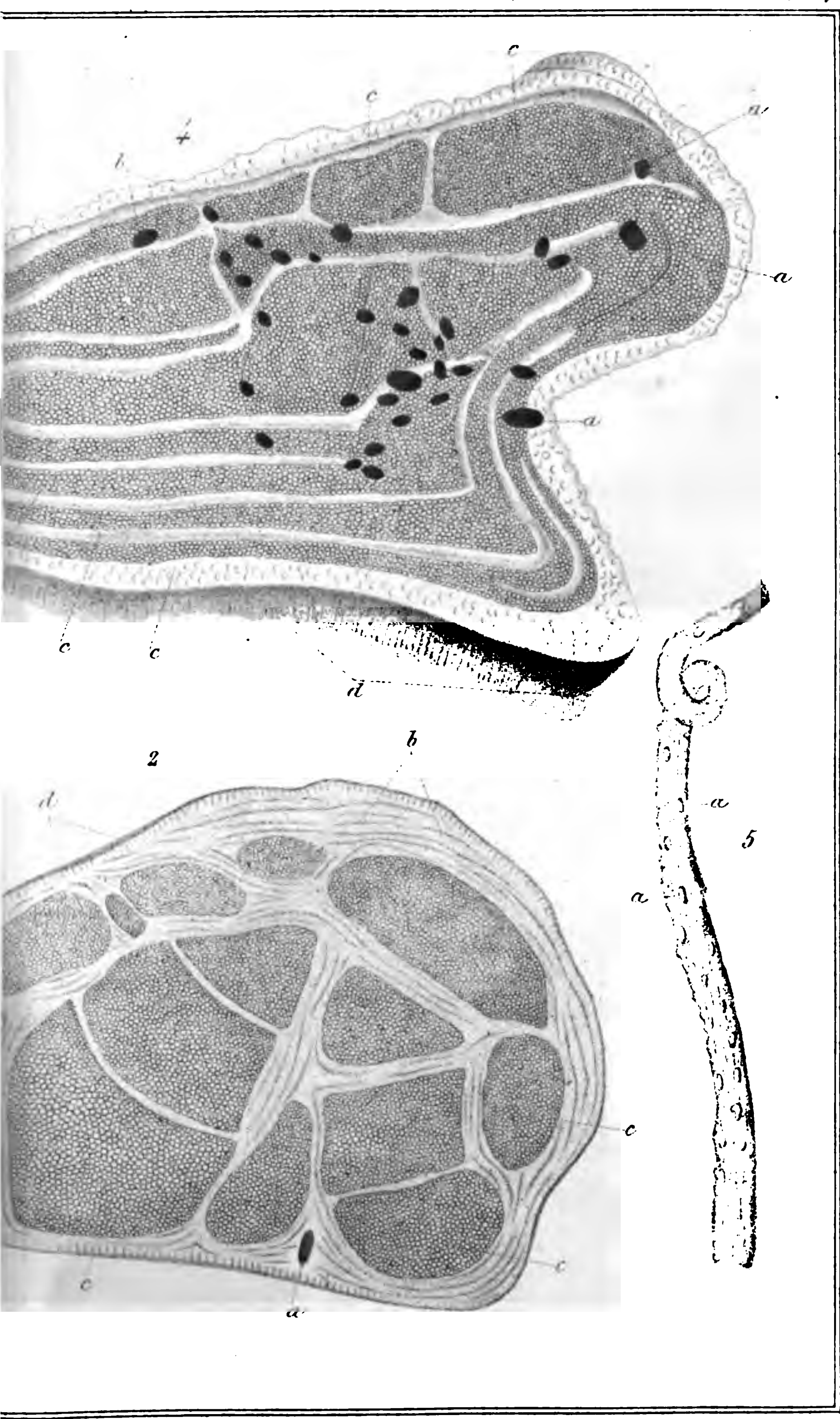



laire du placenta humain — 4.5 Placentas de la
mpes — 7 Epiderme d'un Fœtus humain long de 10 cent.

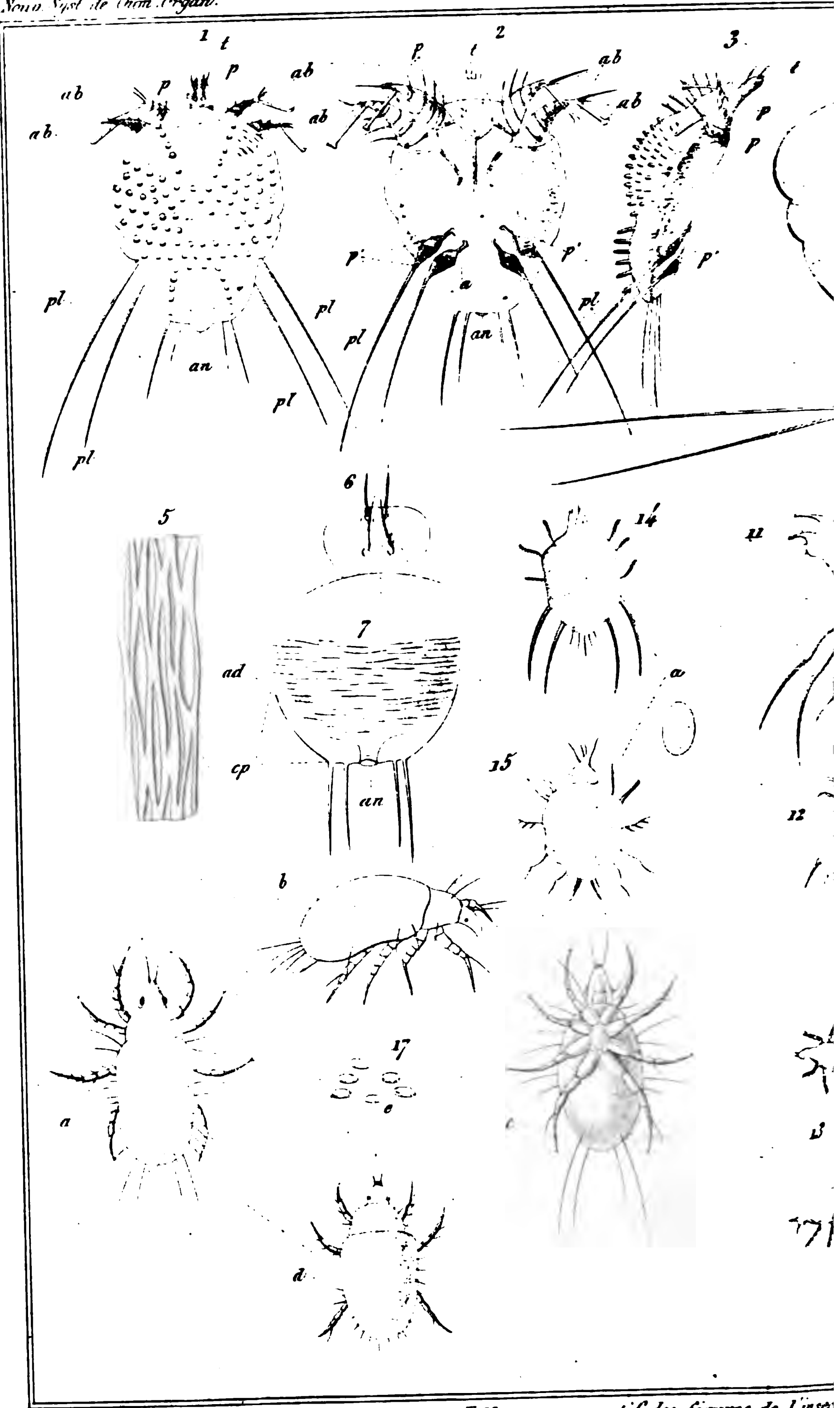



J. Vandenbosch. Sculp.

Structure d




...me des Nerfs.




Gravé par J. Vandendaelen.

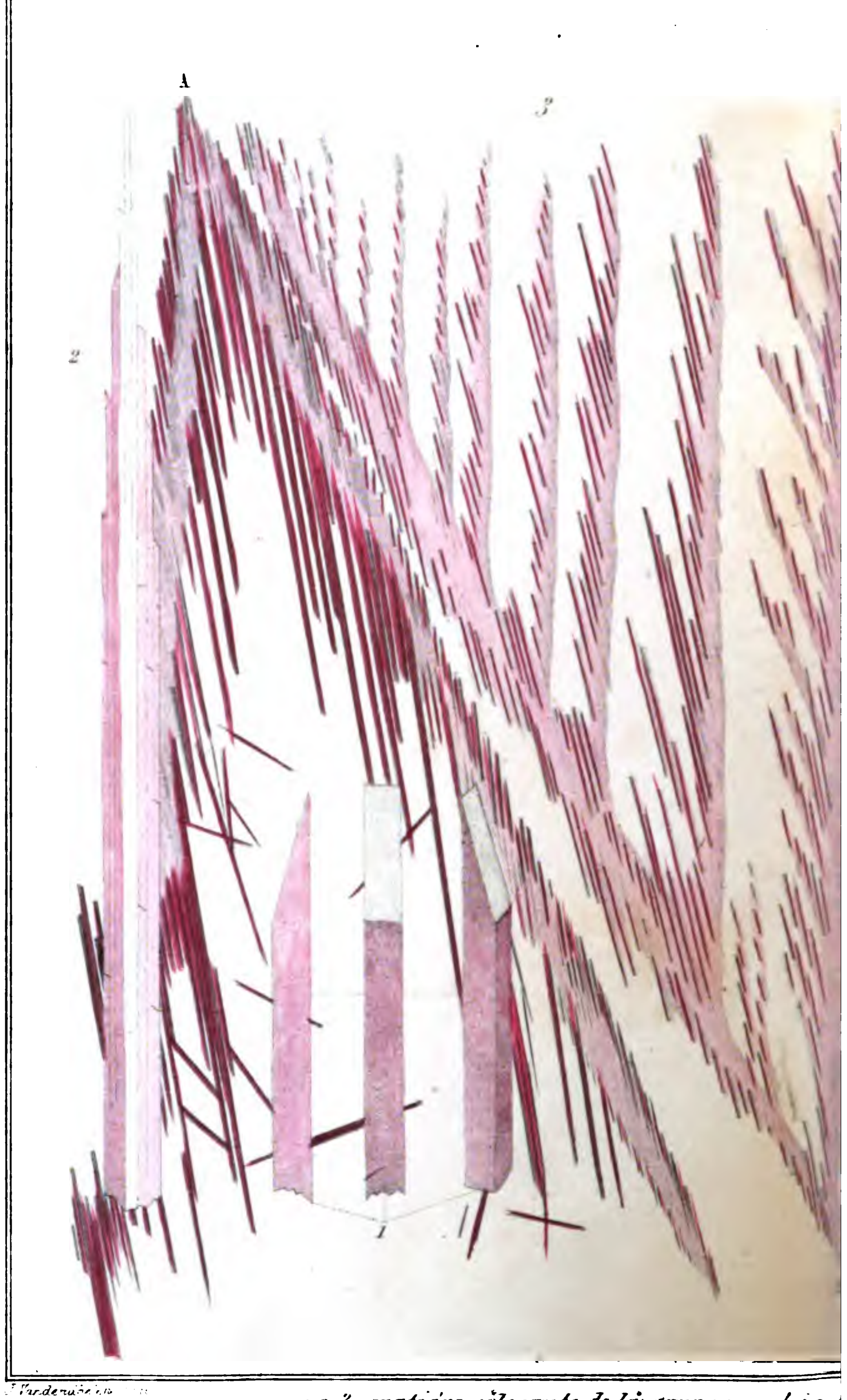
Tableau comparatif des figures de l'inse[...]
1.7. insecte de la gale humaine. Rasp. 1834 _ 8.10. insecte de la gale du Cheval. Rasp. 183[...]
16. id. acta eruditorum _ 17. insecte de la farine et du fromage pris pendant 18 ans. sur l[...]
donnée encore en 1829. comme celle de l'insecte de la gale humaine.



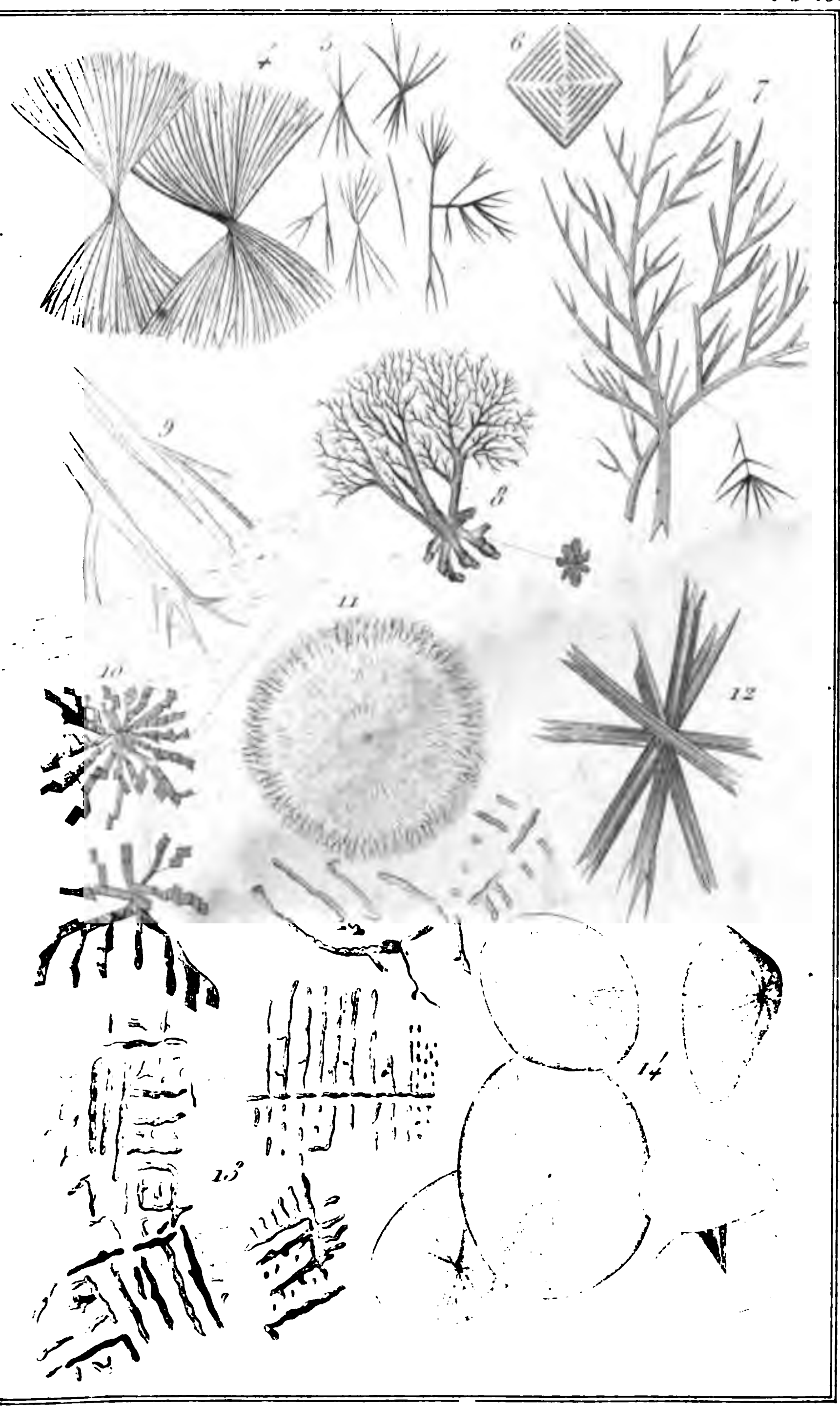

e la gale publiées par divers auteurs.

12. insecte de la gale humaine. Degeer. - 14. 15. insecte de la gale humaine Bonomo. Baker. &c.

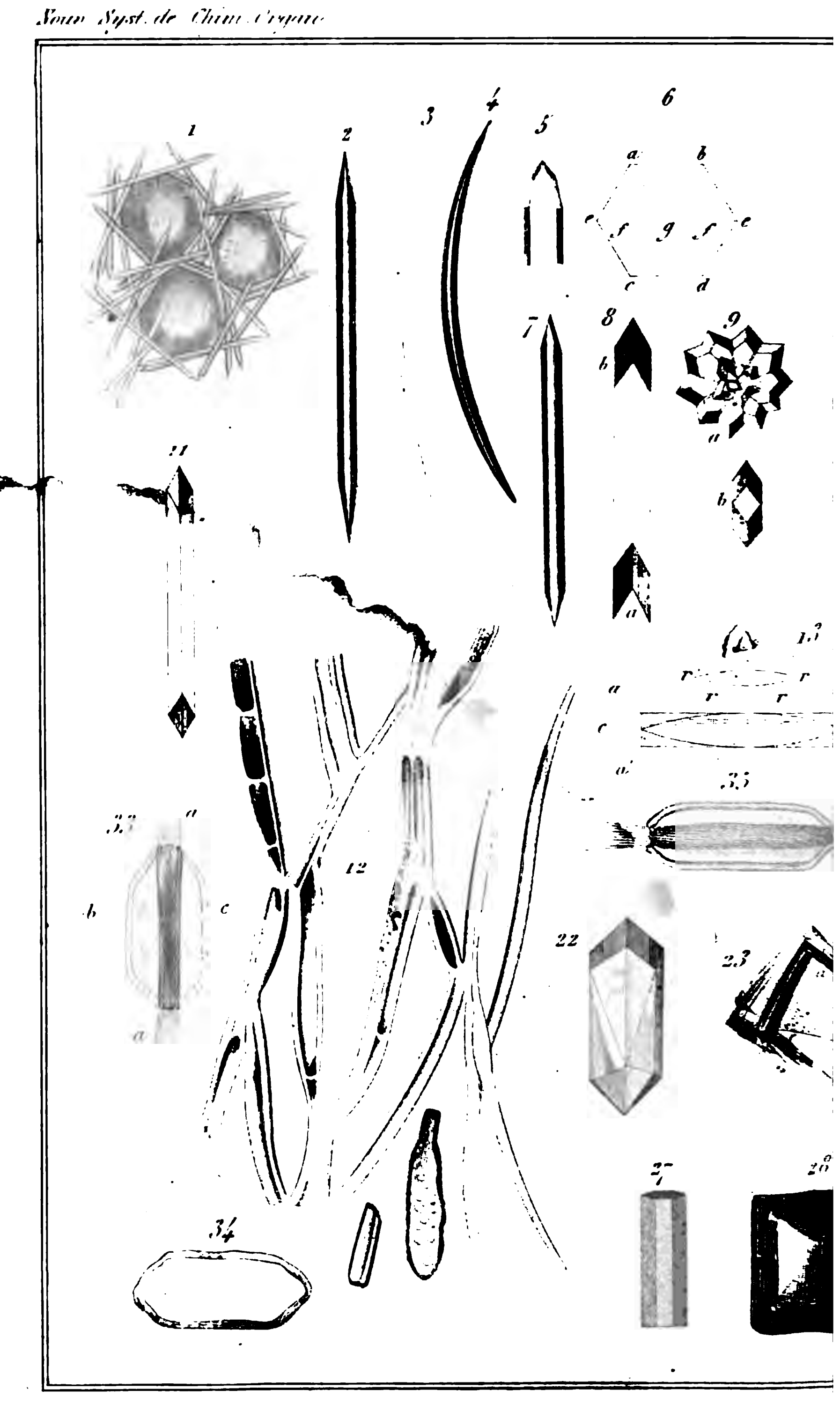
de Galés, pour l'insecte de la gale humaine. - 13. figure informe de l'insecte précédent




1. 2. 3. matière colorante de la garance. — 4. 5.
narcotine. — 8. 10 carbonate de soude. — acétate d




...uine — . 6 chlorate de potasse — . 9 11. 12.
...aque. — acétate et sous-acétate de plomb.




Etudes microscopiques

c 10 a c a b

17 18

19 20

a a a c

a 21 b

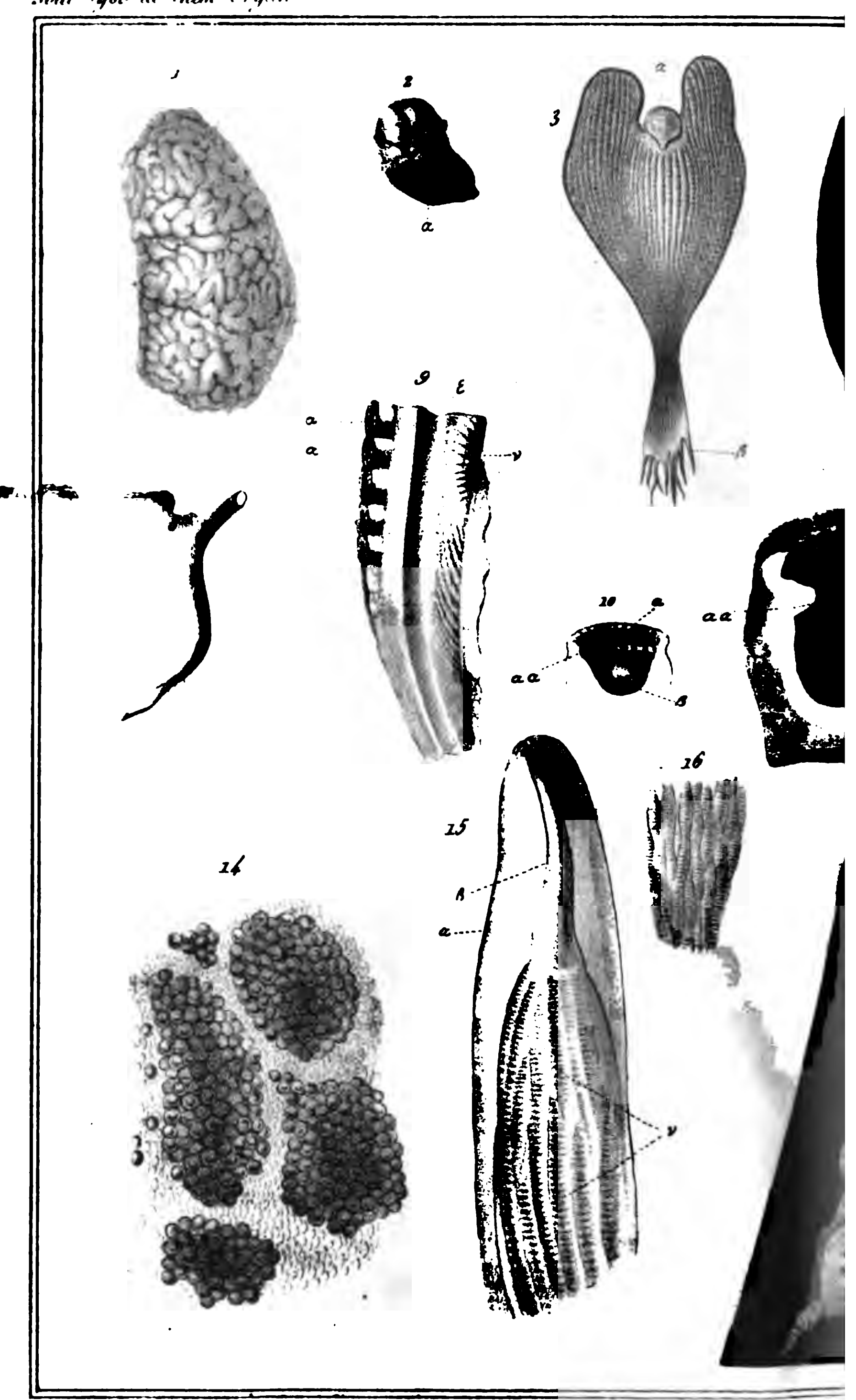
a i a 14 15 a b 16

24 a b 25 26

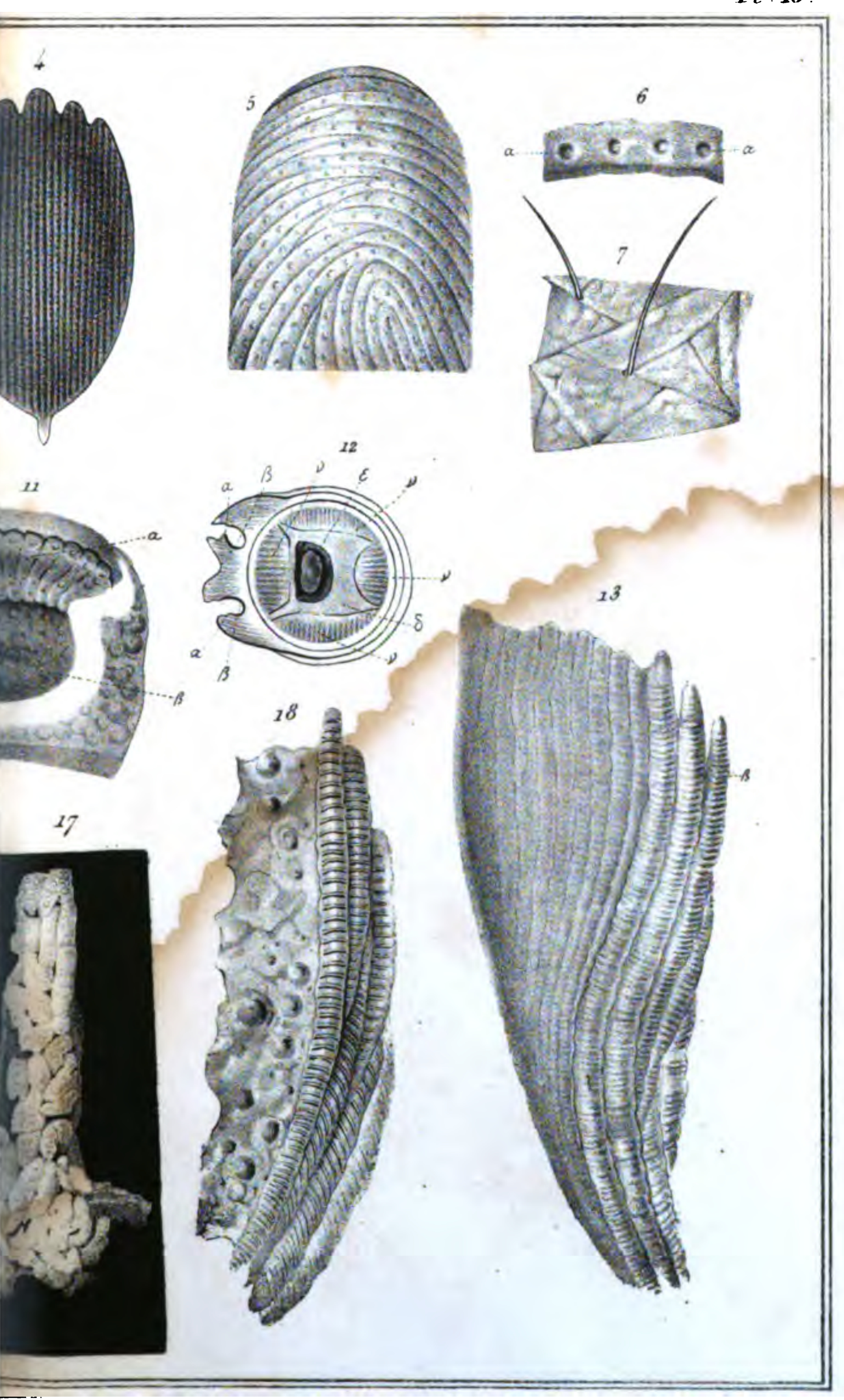
29 30 31 32

Gravé par J. Vandermaelen

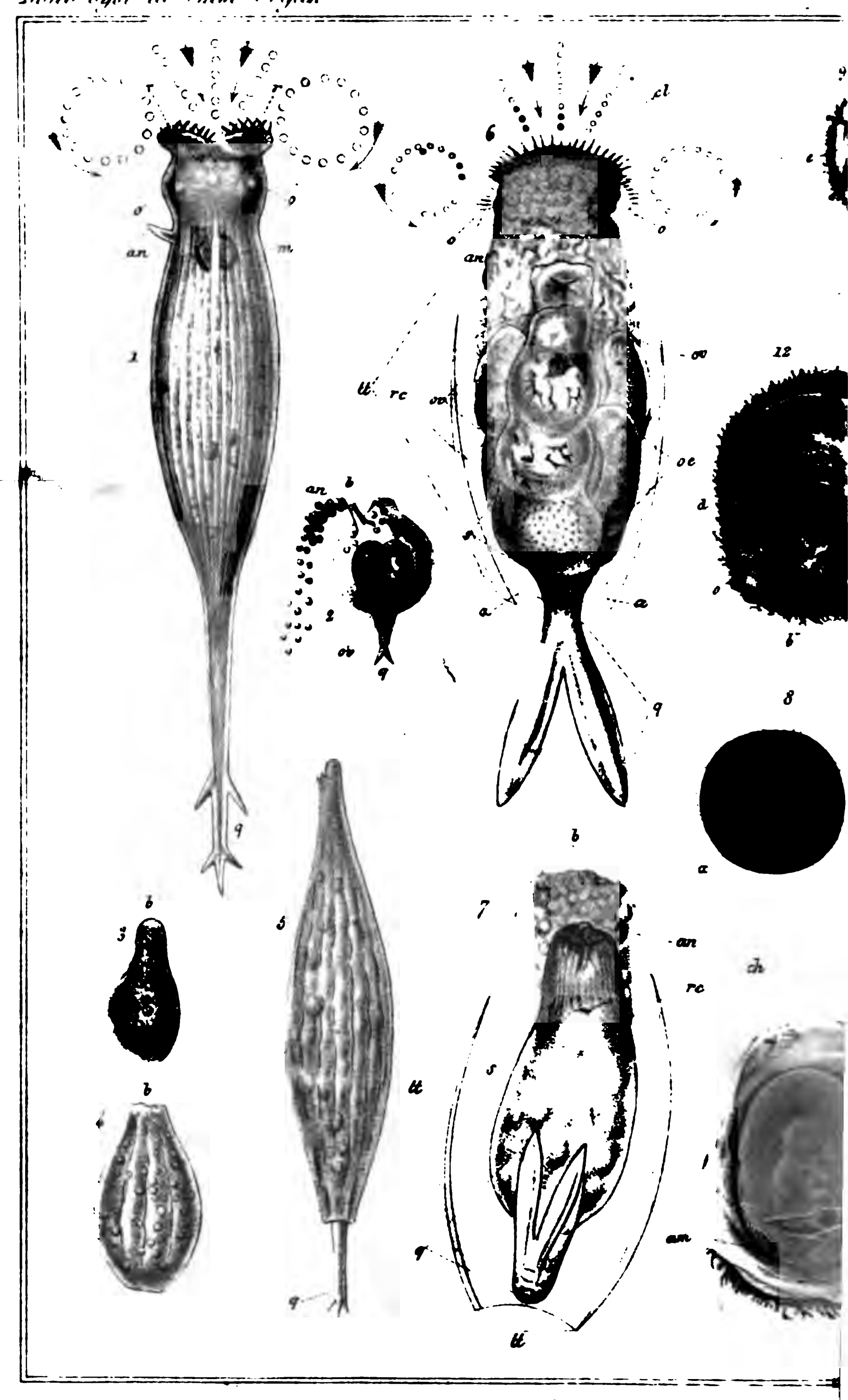
...le la Cristallisation.



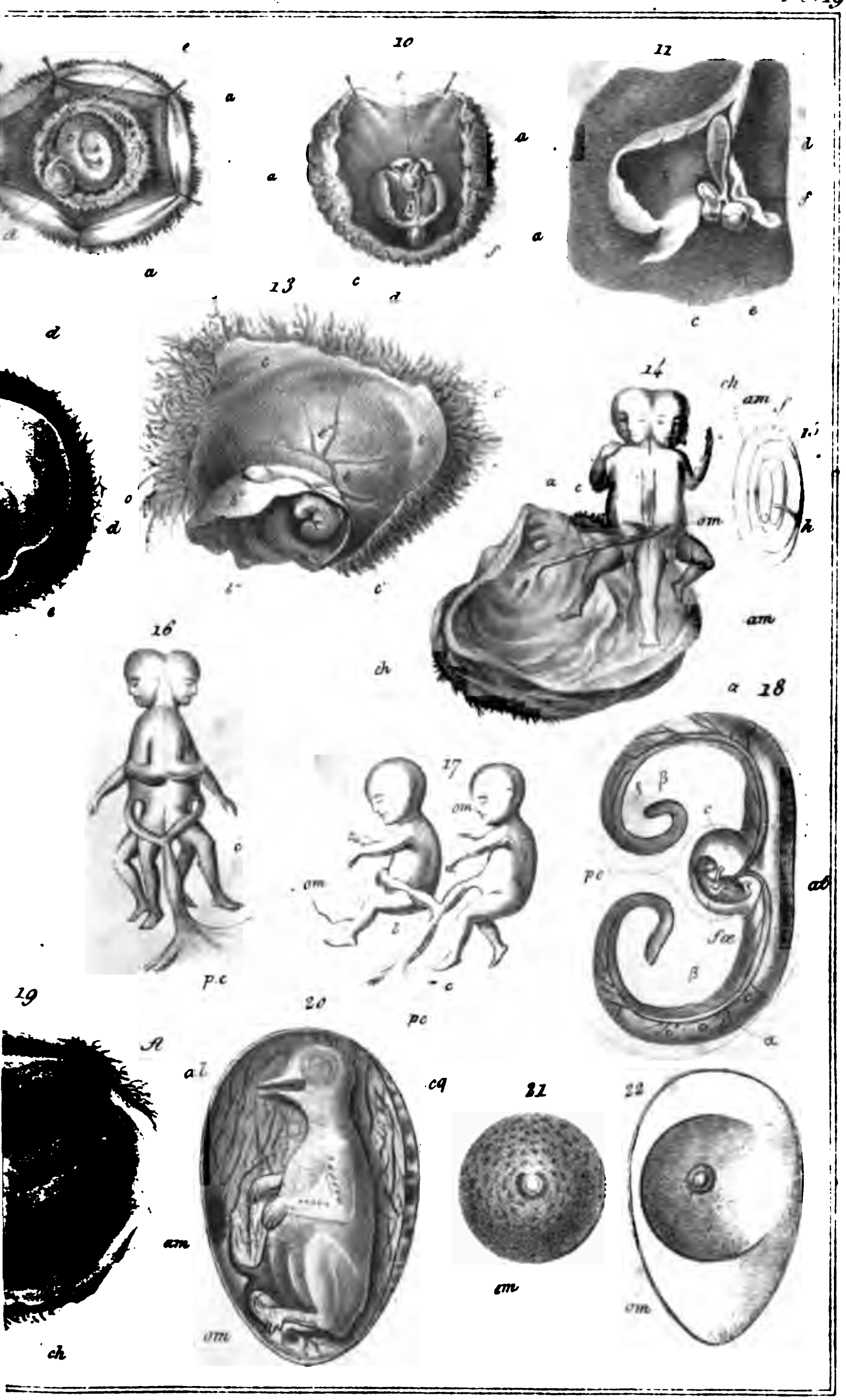

1-2 Structure glandulaire _ 3 4 poussiere du pol[...]
[...]cupules des céphalopodes. _ 14-15 graisse d'un fœtus de pinson. 15-16 Système mu[...]




...on du chou. _ 5-7 Cupules d'appréhension. _ 10-12
...culaire d'un fœtus d'araignée. 13-18 Cylindres musculaires avec leurs spires internes




1 à 8 Étude des microscopiq




-9 a 22 Embryologie animale.

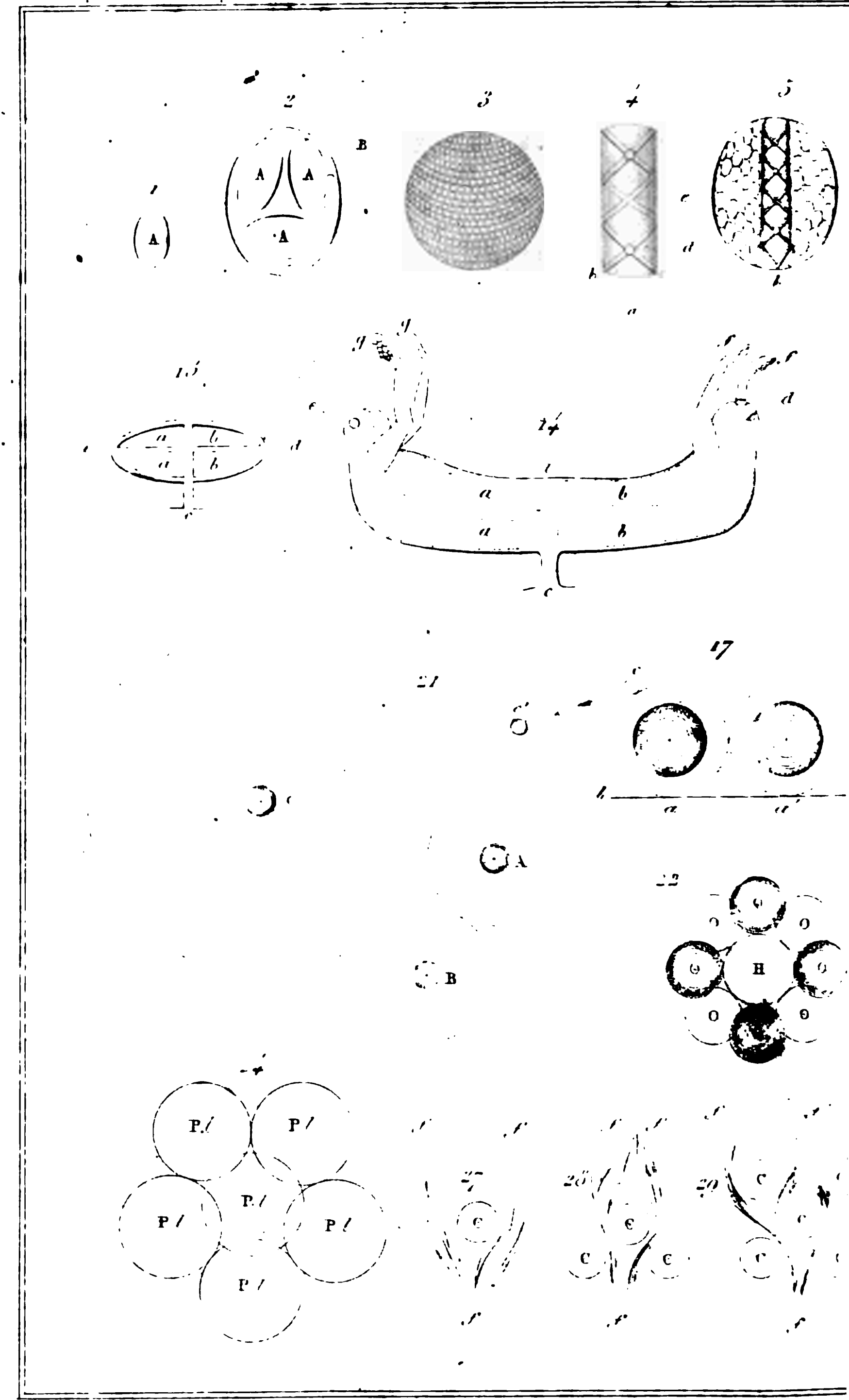
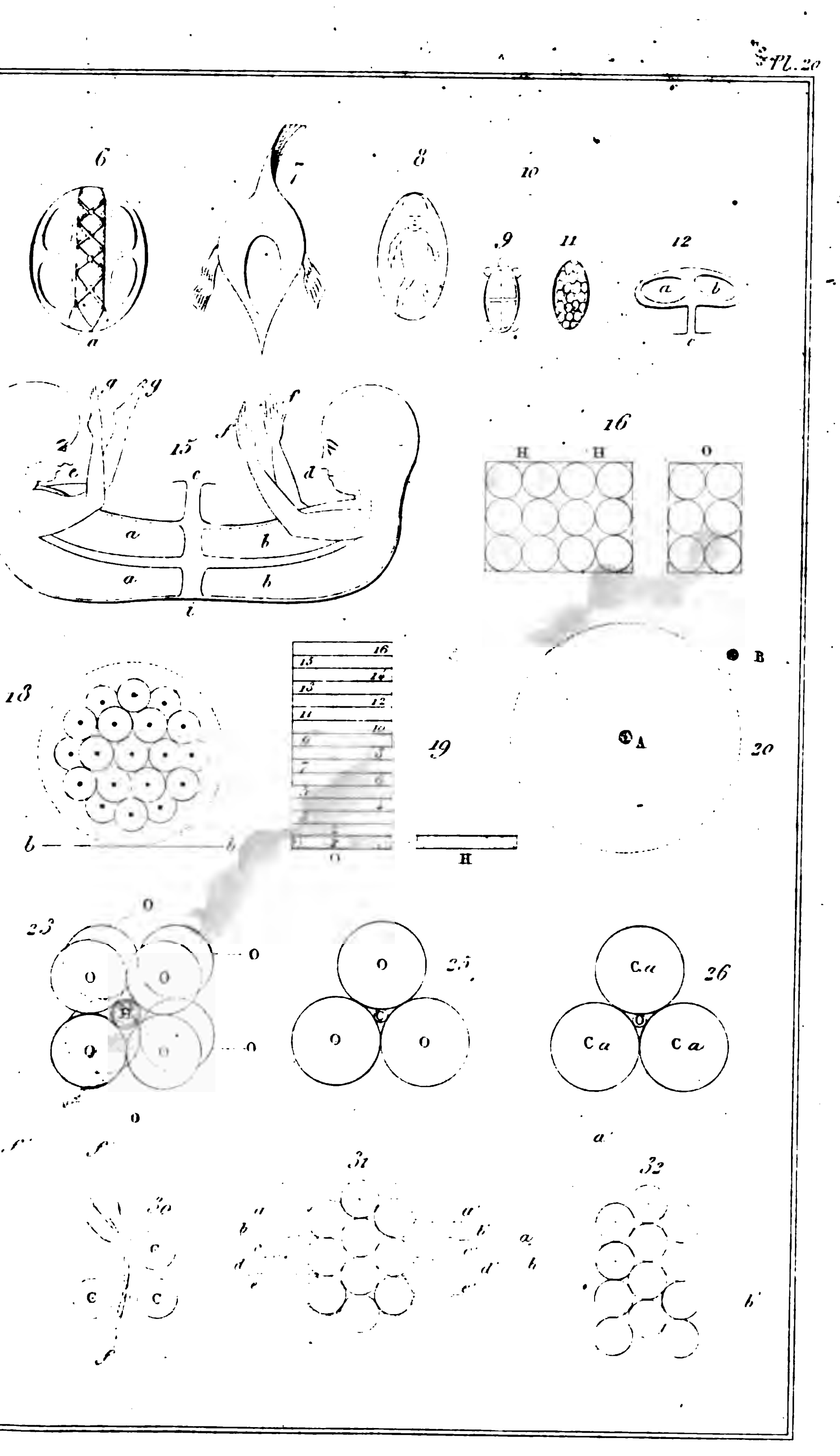



Fig. 1-13. Théorie du développement organique ... Fig. 1(




52. Théorie générale et démonstration de l'unité universelle. 4490.



